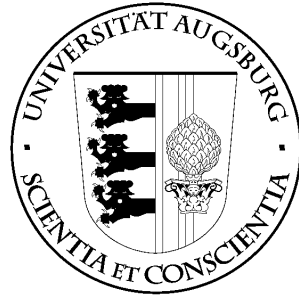


# UNIVERSITÄT AUGSBURG

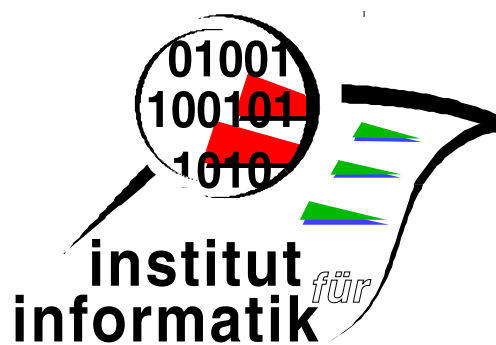


## Social Group Behavior for Multiagent Systems

Birgit Endrass

Report 2007-14

26.11.2007



INSTITUT FÜR INFORMATIK

D-86135 AUGSBURG

Copyright © Birgit Endrass  
Institut für Informatik  
Universität Augsburg  
D-86135 Augsburg, Germany  
<http://www.Informatik.Uni-Augsburg.DE>  
— all rights reserved —

# **Social Group Behavior for Multiagent Systems**

Masterarbeit  
zur Erlangung des Grades Master of Science (M. Sc.)  
am Lehrstuhl für Multimedia-Konzepte  
und Anwendungen der  
Universität Augsburg

vorgelegt von  
**Birgit Endraß**

Betreuer:  
Prof. E. André  
Prof. W. Kießling

Augsburg, 2006

# Gliederung

1. Motivation.....	1
--------------------	---

## **Teil 1: Theorie**

2. Einleitung.....	3
3. Gruppe 1: Soziales Wissen.....	4
3.1. Social Cognition Theorie.....	4
3.2. Interaction Process Analysis.....	7
4. Gruppe 2: Selbstbestätigung.....	10
4.1. Social Comparison.....	10
4.2. Konsistenztheorien.....	11
5. Gruppe 3: Sozialer Einfluss.....	15
5.1. Social Impact.....	15
5.2. Self Attention.....	18
6. Diskussion.....	20
7. Simulation von Gruppenverhalten .....	22
7.1 PsychSim.....	22
7.2 Glaubwürdige Gruppen mit synthetischen Charakteren.....	25
7.3 Dynamische Modellierung interpersoneller Beziehungen zwischen virtuellen Charakteren.....	27
7.4 Simulation von nichtverbalen sozialen Interaktionen und der Dynamik kleinerer Gruppen in virtuellen Umgebungen.....	29

## **Teil 2: Realisierung**

8. Einleitung.....	31
9. Aufbau einer Simulationsumgebung.....	33
9.1. Struktur der Agenten und Objekte.....	33
9.2. Persönliche Beziehungen und Assoziationen.....	35
9.3. XML Parser.....	37
9.4. Aufbau von Netzen.....	38
10. Umsetzung der Theorien.....	40
10.1. Interaction Process Analysis.....	41
10.1.1. Statistisches Verfahren.....	41
10.1.2. Entwicklung von persönlichen Beziehungen.....	48

10.2.	Kongruitätstheorie nach Osgood und Tannenbaum.....	52
10.2.1.	Initialisierung.....	53
10.2.2.	Einstellungsänderungen.....	55
10.3	Social Impact.....	57
10.4	Self Attention.....	61
10.5	Verbindung der Theorien.....	64
11.	Benutzeroberfläche.....	68
12.	Beispiel.....	77
13.	Anbindung an das Biergartensystem.....	85

### **Teil 3: Zusammenfassung, Ausblick**

14.	Zusammenfassung.....	88
15.	Ausblick.....	92

# 1. Motivation

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein parametrisierbares Tool für die Simulation von Gruppenverhalten in Multiagentensystemen entwickelt. Dies ist anwendungsunabhängig und kann über eine einfache Schnittstelle an beliebig viele Simulationsumgebungen angeschlossen werden.

Dabei wurde von existierenden Theorien zum sozialen Gruppenverhalten aus der Sozialpsychologie ausgegangen.

Virtuelle Agenten werden in zahlreichen Anwendungen eingesetzt, wie z.B. Spielen oder Unterhaltungsprogrammen. Sie sollen dabei die Erlebnisse des Benutzers erweitern. Um glaubhaft zu wirken, müssen diese Charaktere über gewisse kommunikative Fähigkeiten und soziale Kompetenzen verfügen.

Hauptaugenmerk wurde früher auf die rationalen Aspekte des Verhaltens gelegt, wie Planung, und Verhandlung auf objektiven Kriterien. Neuere Entwicklungen zeigen den Trend dahingehend auf, dass komplexere Modelle sozialen Verhaltens berücksichtigt werden. Insbesondere das Verhalten innerhalb von Gruppen wird häufig genannt. Dabei werden einzelne Persönlichkeiten, Beziehungen der beteiligten Agenten untereinander, soziale Rollen und Gruppendynamik fokussiert.

Viele bereits existierende Implementierungen berücksichtigen diesen Trend. Allerdings wird meist nur ein Aspekt der Gruppentheorie umgesetzt. In dem von uns vorgestellten Tool werden verschiedene Theorien des Gruppenverhaltens angewandt und, soweit möglich und sinnvoll, kombiniert.

Persönliche Beziehungen sind von Bedeutung um eine überzeugende Gruppendynamik zu simulieren. Sie beeinflussen die ausgeführten Interaktionen. Änderungen in den persönlichen Beziehungen treten dabei als Seiteneffekte von Interaktionen auf.

Der Zustand eines inneren Gleichgewichtes wird in mehreren Theorien der Sozialpsychologie genannt. Ist dieser verletzt, so wird er, z.B. durch Änderungen in den persönlichen Beziehungen, wieder herzustellen versucht.

Neben den einzelnen Beziehungen wird auch räumliche Nähe oft als Begründung für verschiedene Handlungen genannt. Durch sie kann sozialer Druck entstehen, der zusätzlich vom sozialen Status anderer beeinflusst wird.

Auch die Gruppengröße kann eine Rolle spielen. Abhängig davon kann der Fokus der Aufmerksamkeit auf das Individuum selbst gelenkt werden, was ein Anpassen an Verhaltensstandards hervorruft.

Aufgrund dieser zahlreicher Einflüsse wurden in dieser Arbeit verschiedene sozialpsychologische Theorien zum Gruppenverhalten betrachtet. Die unterschiedlichen Aspekte können darin entweder einzeln oder in Kombination verwendet werden.

In dem vorgestellten Plug and Play Tool sollen glaubwürdige Interaktionsfolgen ausgegeben werden. Dabei steht die Unabhängigkeit von der Anwendung im

Vordergrund. Je nach Applikation erscheinen einige Aspekte des Gruppenverhaltens sinnvoller als andere. Aus diesem Grund können die verwendeten sozialpsychologischen Theorien beliebig zugeschaltet oder deaktiviert werden.

Die beteiligten Agenten sind sowohl durch statistische Daten, wie auch durch ihre Persönlichkeit spezifiziert. Diese und die persönlichen Beziehungen können vom Benutzer über die Oberfläche spezifiziert werden. Ist dies nicht gewünscht werden Standardagenten und Beziehungen für Testzwecke geladen.

Als Grundlage dient die IPA Theorie. Sie stellt eine Menge von Interaktionen bereit, die in Gruppen auftreten können. Dabei wird zwischen sozial emotionalen und aufgabenorientierten Aktionen unterschieden. Sie wurde bereits erfolgreich in Guye-Vuillème (2004) implementiert. Diese Arbeit stellt auch eine Verbindung zwischen ausgeführten Interaktionen und den daraus resultierenden Veränderungen der persönlichen Beziehungen vor.

Ein weiterer Aspekt von sozialen Beziehungen innerhalb von Gruppen wurde in Schmitt (2005) implementiert. Ein mögliches Ungleichgewicht, das durch bestimmte Interaktionen hervorgerufen wird, löst Veränderungen in bestehenden persönlichen Beziehungen aus, bzw. in der Bewertung der Beziehungen durch den Agenten.

Die Social Impact Theorie beschreibt, wie die Nähe anderer das Verhalten beeinflussen kann. Dabei spielen die Stärke, Nähe und Anzahl der beteiligten Personen eine Rolle. Auch dieser Gesichtspunkt wird in dem vorgestellten Tool miteinbezogen.

Die Aufmerksamkeit, die ein Individuum auf sich selbst lenkt, wird in der Self Attention Theorie beschrieben. Ist diese Aufmerksamkeit hoch, so ist ein Anpassen an Verhaltensstandards zu beobachten. In dieser Arbeit werden zwei Varianten vorgestellt, wie diese Verhaltensstandards ausgelegt werden können, und geeignete Methoden zur Anpassung an diese aufgezeigt.

Im Folgenden werden einige Theorien zum Gruppenverhalten erläutert. Diese werden auf ihre Tauglichkeit bzw. Realisierbarkeit in einem Multiagententool bewertet.

Im zweiten Teil dieser Arbeit wird auf die Umsetzung der ausgewählten Theorien eingegangen. Bereits vorhandene Modellierungen wurden in eine einheitliche Schnittstellenspezifikation integriert, um eine applikationsunabhängige Verwendung sicherzustellen.

Auf eine mögliche Verbindung der Theorien wird ebenfalls eingegangen. So können einige der verwendeten Theorien beliebig kombiniert werden. Dabei stellt die IPA Theorie die Grundlage dar, da diese als einzige komplette Interaktionsfolgen beschreibt.

Im Weiteren wird die entwickelte Benutzeroberfläche vorgestellt. Sie erlaubt dem Benutzer das Definieren eigener Agenten sowie persönlicher Beziehungen und berechnet Interaktionsfolgen für die beteiligten Individuen. Je nach ausgewählten sozial-psychologischen Theorien werden zusätzliche Informationen angezeigt, wie sozialer Druck oder Veränderungen in den jeweiligen kognitiven Systemen. Zur Verdeutlichung wird ein Beispiel aufgeführt.

# Teil 1: Theorie

## 2. Einleitung

In der Sozialpsychologie sind viele Theorien bekannt, die das Verhalten einzelner Individuen in Gruppen, sowie das der Gruppe als Ganzes beschreiben. Ein Überblick findet sich beispielsweise in Mullen/Goethals (1987).

Nach Goethals (1987) können diese grob in drei Gruppen unterteilt werden:

- Die erste Gruppe betont das **soziale Wissen**. Dieses beinhaltet die Meinung des Individuums über andere Gruppenmitglieder, oder fremde Gruppen. Ihr können beispielsweise die Social Cognition Theorie von Pryor und Ostrom (1987), Transactive Memory von Wegner (1987) sowie die Interaction Process Analysis (IPA), Bales (1951) zugeordnet werden.  
Die Social Cognition Theorie basiert auf dem Konzept, dass Menschen aktive Informationsverarbeiter sind. Der Prozess der Informationsverarbeitung wird von ihnen in drei Subprozesse (Enkodierung Repräsentation und Abruf) unterteilt.  
Die Theorie zum Transaktiven Memory beruht auf der Grundlage eines Gruppengedächtnisses. Ein transaktives Gedächtnissystem besteht aus denen der Individuen in Kombination mit den Gesprächen, die zwischen den einzelnen Gruppenmitgliedern stattfinden. Es besteht aus den drei Komponenten: individuelles Gedächtnis, externes Gedächtnis und transaktives Gedächtnis.  
Die IPA Theorie beschäftigt sich mit der Analyse kleinerer Gruppen. Es werden Standardkategorien bereitgestellt, in die alle Interaktionen zwischen Individuen eingeordnet werden können.
- Die zweite Gruppe beschäftigt sich mit der **Selbstbestätigung**. Die Theorien dieser Gruppe beziehen sich auf das Individuum und dessen Einstellungen zu sich selbst. Diese kann sich durch Vergleiche mit anderen Gruppenmitgliedern, oder anderen Gruppen, verändern. Ihr können z.B. die Self Presentation Theorie von Baumeister/Debra und Hutton (1987), Social Comparison Theorie von Goethals und Darley (1987) und die Theorie zur kognitiven Dissonanz von Sande/Mark und Zanna (1987), zugeordnet werden. Auch die Kongruitätstheorie von Osgood und Tannenbaum (1955) fällt in diese Kategorie.  
Self Presentation beschäftigt sich damit, Information oder ein Bild über sich selbst an andere zu vermitteln. Dabei spielen Audience Pleasing (die Erwartungen und Vorzüge der Zuhörer zu erfüllen) und Self-Construction (die Selbstpräsentation an das persönliche Ideal anzupassen) eine Rolle.  
Social Comparison konzentriert sich auf die Selbstentwicklung im Gruppenleben. Ihr Schwerpunkt beruht auf der Tatsache, dass sich Individuen mit anderen vergleichen.  
Die Theorie zur kognitiven Dissonanz beinhaltet, dass Individuen stets versuchen eine Konsistenz in ihren Entscheidungen zu erreichen.



Die Kongruitätstheorie erweitert dies, indem sie beschreibt, wie sich die individuellen Einstellungen im Einzelnen verändern.

- Die dritte Gruppe beschäftigt sich mit dem **sozialen Einfluss**. Diese Theorien beschreiben die Antworten des Individuums auf sozialen Druck, der von anderen ausgeübt wird. Diese Gruppe ist die aufschlussreichste, da mit ihr unmittelbare Reaktionen der Individuen erklärt werden. Ihr können die Social Impact Theorie von Jackson (1987), die Self Attention Theorie von Mullen (1987), oder die Drive Theorie von Geen und Bushman (1987), zugeordnet werden.

Social Impact modelliert den Einfluss, der durch die Anwesenheit anderer und deren Status ausgeübt wird.

Self Attention ist selbstbezogener. Sie beschreibt den Grad der Aufmerksamkeit, den ein Individuum auf sich selbst bezieht, abhängig von der Anzahl anderer Beteiligter.

Drive beschreibt den inneren Antrieb, der dazu führt mit anderen zu interagieren. Er wird beispielsweise durch die Anwesenheit anderer erhöht.

Theorien zum Gruppenverhalten beschreiben zum einen den Einfluss der Gruppe auf das Individuum, zum anderen das Verhalten der Gruppe als Ganzes.

In diesem Teil der Arbeit sollen je zwei Theorien jeder Gruppe kurz vorgestellt werden. Dabei wird insbesondere auf die theoretischen Grundlagen eingegangen. Anschließend sollen diese Theorien verglichen werden. Dabei wird eine Auswahl getroffen, welche sich am besten für die Verhaltensmodellierung virtueller Agenten eignen.

## 3. Gruppe 1: Soziales Wissen

### 3.1 Social Cognition Theorie

Die Social Cognition Theorie Pryor und Strom (1987), kann der ersten Gruppe (die sich mit sozialem Wissen beschäftigt) zugeordnet werden.

Die Perspektive der sozialen Wahrnehmung ist eine intrapsychische. Zu jeder sozialen Organisation existiert eine dazugehörige kognitive Ordnung der sozialen Information des jeweiligen Betrachters, d.h. jedes Individuum verarbeitet die empfangenen Signale, also was es sieht, hört oder erfährt.

Nach Pryor und Strom (1987), kann der Prozess der Informationsverarbeitung in drei Schritte unterteilt werden.

#### 1. Enkodierung:

Unsere Sinnesorgane empfangen ein weites Spektrum an Informationen. Das Gehirn kann allerdings nicht alle Details dieser Stimulationen aufnehmen. Die Phase der Enkodierung beinhaltet also eine Auswahl der situativ wichtigen Informationen. Sie kann wiederum in drei Schritte unterteilt werden:

- Das Verarbeiten von Objekten hängt direkt mit den Zielen des Betrachters zusammen, z.B. sich ein Bild über andere Personen machen oder sich an Informationen oder vorangegangene Aktionen dieser Person erinnern.
- Schematische Erwartungen führen durch den Encodierungsprozess. Informationen werden geordnet und eventuelle Lücken nach den Erwartungen des Beobachters aufgefüllt.
- Eine Informationsstruktur, die die individuellen Erwartungen des Empfängers beinhaltet, unterscheidet zwischen wichtigen und weniger interessanten Beobachtungen. Diese beeinflusst den Fokus der Aufmerksamkeit.

## 2. Repräsentation:

Diese Phase beschäftigt sich mit der Konzeptuierung der Informationsrepräsentation aus der Enkodierung. Dabei sind zwei Modelle zu unterscheiden:

- a. Assoziative Netzwerke unterteilen die Informationen in Elemente und Verbindungen. Wird eine Idee aktiviert, so werden die damit verbundenen Knoten ebenfalls aktiviert. Auf diese Weise passt sich das Netzwerk dynamisch an die jeweilige Situation an.
- b. Die schematische Repräsentation ist eine generische Wissensstruktur. Sie beinhaltet eine Zusammenfassung der Komponenten, Attribute und Relationen des betrachteten Objekts. Dabei können verschiedene schematische Konfigurationen, wie zeitliche oder lineare Ordnung, Hierarchien oder Verbindung mit Attributen, existieren.

## 3. Abruf

Um gespeicherte Informationen verwenden zu können, müssen diese wieder abrufbar sein. So muss beispielsweise eine Person wiedererkannt und Informationen über sie abgefragt werden. Auch generelle Informationen sind notwendig, um zusammen mit den anderen Sinn zu ergeben.

Diese Dreiteilung der Informationsverarbeitung ist konform mit anderen psychologischen Beobachtungen. Nach Minsky (1988) hängt die Art, wie wir die Welt von einem Moment zu einem anderen wahrnehmen nur zum Teil von dem ab, was wir sehen. Der Rest unserer Wahrnehmungen kommt von unserem Gehirn. Unsere Reaktionen hängen also nicht nur von dem ab, was wir sehen, sondern auch von Erinnerungen, was wir früher gesehen haben und den Erwartungen, was wir sehen werden.

Minsky hinterfragt ebenfalls die Wissensstruktur. Dabei sind bestimmte Worte bzw. Konzepte eng miteinander verknüpft. Anhand eines Beispiels aus einem Vorschulbuch verdeutlicht er diese:

*Jane was invited to Jack's birthday party.*

*She wondered if he would like a kite.*

*She went to her room and shook her piggy bank.*

*It made no sound.*

Obwohl die Worte "Geschenk" und "Geld" nicht explizit vorkommen, versteht diese Sätze jeder in der Form, dass Jane ein Geschenk zu der Party mitbringen möchte, aber kein Geld in ihrem Sparschwein vorfindet.

Soll die vorangegangene Theorie auf die Analyse von Gruppen ausgeweitet werden, kann eine Gruppe als Ansammlung von Personen gesehen werden, die der Beobachter als zusammengehörig betrachtet, kann diese als Kategorie betrachtet werden. Im assoziativen Netzwerkmodell stellt sie also einen zentralen Ideenknoten dar, der mit einer Sammlung von Informationen verbunden ist, die zwei oder mehrere Personen betrifft.

Schematisch gesehen ist eine Gruppe eine Ansammlung von Kennzeichen oder Attributen, die von einer Person erwartet werden, die mit diesem Gruppensymbol verbunden ist.

Insgesamt werden also zwei Arten von kognitiven Strukturen benötigt, interpersonelle Strukturen und Attributsstrukturen.

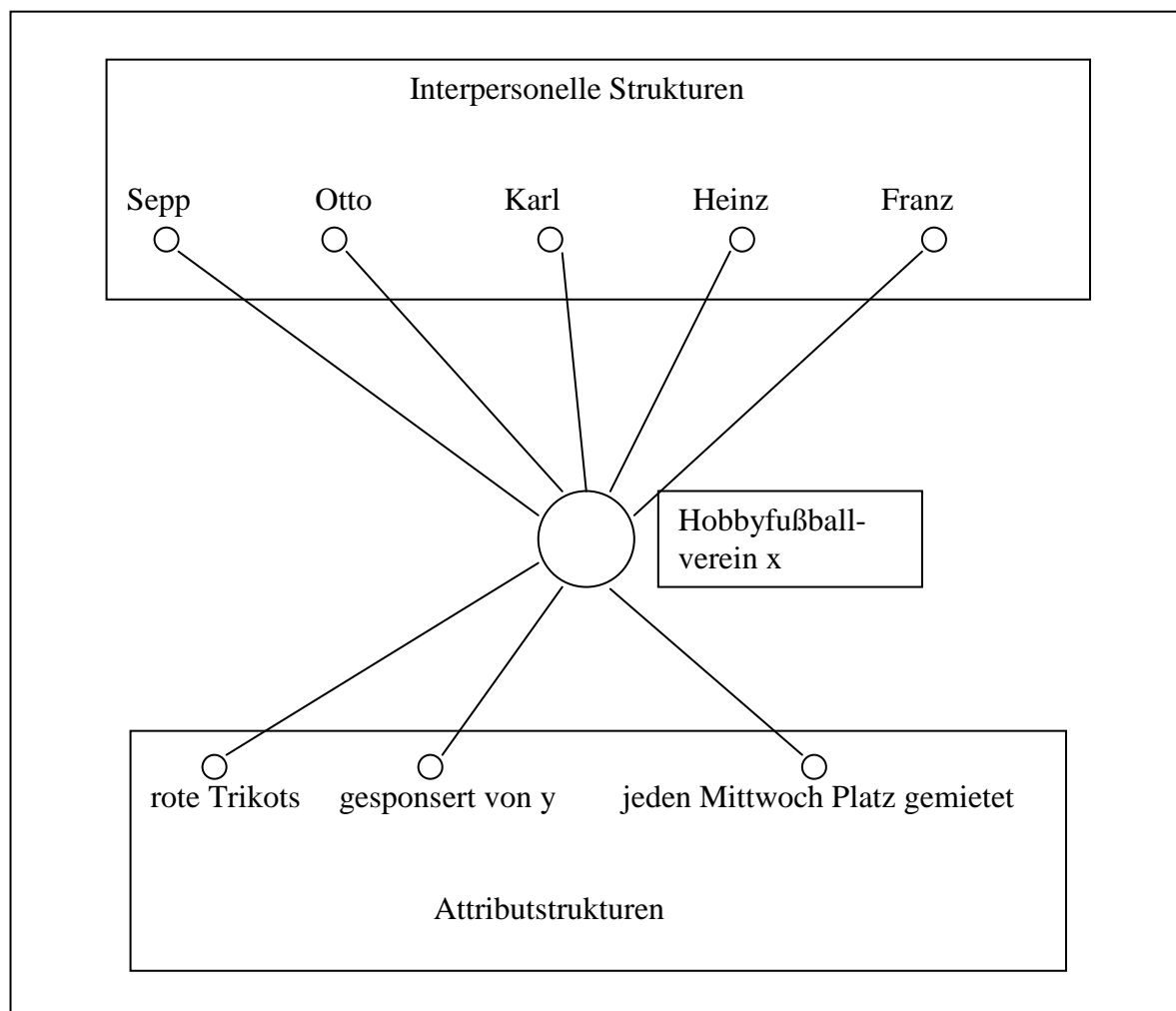


Abbildung 1: Beispiel für eine Gruppe mit interpersonellen Strukturen und Attributstrukturen.

Interpersonelle Strukturen beinhalten die Verbindungen von einzelnen Gruppenmitgliedern zum Gruppenknoten. Dabei werden den Personen bestimmte Verhalten zugeordnet. Beobachtungen zeigen, dass bei bekannten Leuten, Verhalten mit einzelnen Gruppenmitgliedern verbunden werden (High Person Organisation), während bei Fremden die Verhaltensweisen der Gruppe als Ganzes zugeordnet werden (Low Person Organisation). Die Beurteilung einzelner Mitglieder fällt bei der High Person Organisation wesentlich differenzierter aus, da bei der Low Person Organisation die einzelnen Personen eher als gleich zu behandeln angesehen

werden. Rothbart et al., zitiert in Pryor und Strom (1987), fanden zudem heraus, dass bei der Low Person Organisation die Anzahl der positiv beschriebenen Gruppenmitglieder entscheidend ist bei der Einschätzung der Gruppe, während bei der High Person Präsentation die Anzahl der positiven Verbindungen zu den einzelnen Personen wichtig ist.

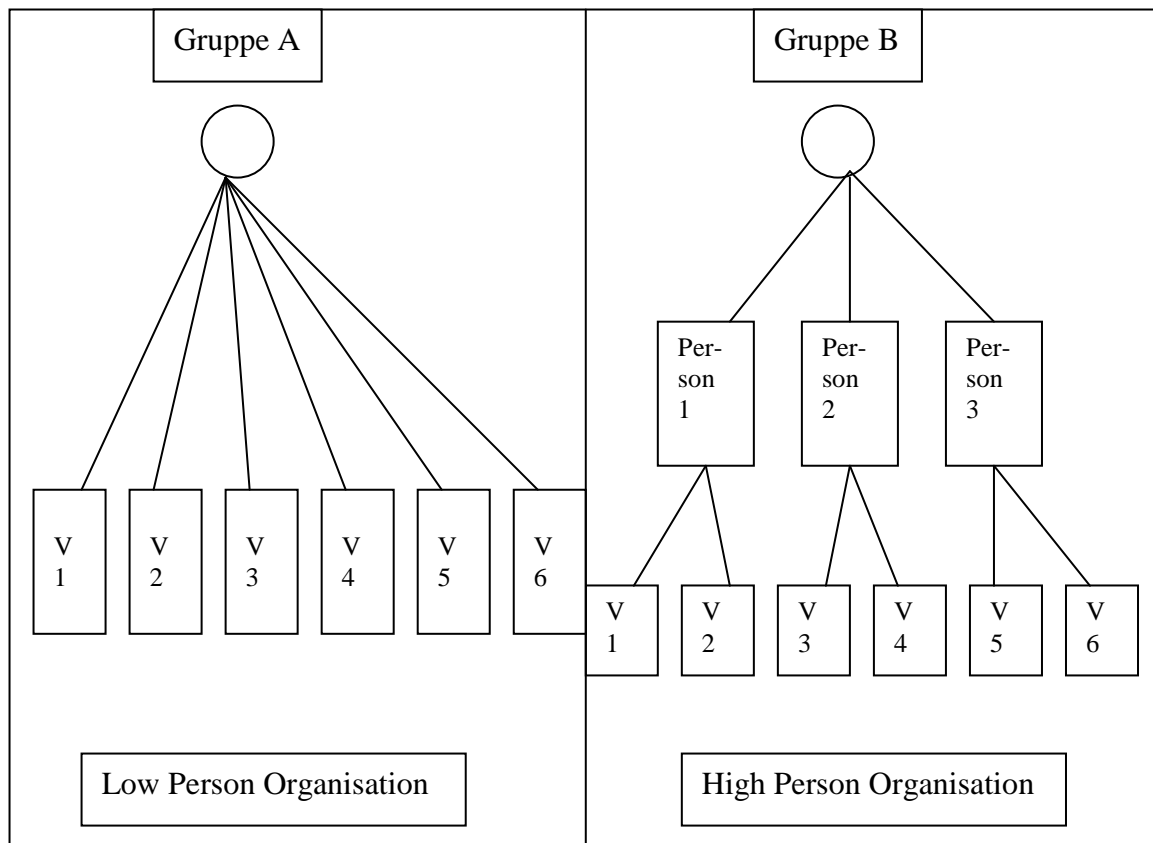


Abbildung 2: Konzeptuelle Darstellung von High Person Organisation und Low Person Organisation in der kognitiven Repräsentation einer sozialen Gruppe; wobei V = Verhalten (aus Pryor und Strom (1987)).

Attributsstrukturen beinhalten die Verbindungen vom Gruppensymbol zu den generellen Kennzeichen, die eine Gruppe als Ganzes charakterisieren. Das Wissen, dass eine Person einer Gruppe angehört, kann alleine zu deren Attributsstrukturen führen. Dabei spielt der Begriff des Stereotyps eine Rolle, wobei dieser mit den Erwartungen an die Gruppe in Verbindung gebracht, also kategorisiert wird.

## 3.2 Interaction Process Analysis

Die Interaktionsprozess Analyse (IPA) von Bales (1955), ist eine bekannte Methode um kleine Gruppen zu beobachten und zu analysieren.

Fischer und Wiswede (2002) bezeichnen sie als klassisches Beobachtungsverfahren, das bis zuletzt 1999 verfeinert wurde.

Da in Gruppen die einzelnen Mitglieder persönliche Beziehungen zueinander entwickeln, ist es von besonderer Bedeutung die einzelnen sozialen Charakteristiken, sowie die Beziehungen untereinander genau zu spezifizieren.

Ein Set von Standardkategorien wird definiert. Diese sind voll inklusiv, d.h. jede mögliche Interaktion zwischen Individuen kann genau einer Kategorie zugeordnet werden.

Dabei werden die IPA Kategorien in vier Gruppen unterteilt:

- positive Reaktionen
- Antworten
- Fragen
- negative Reaktionen

Fragen und Antworten beziehen sich hierbei auf bestimmte Aufgaben, während sich die positiven bzw. negativen Reaktionen auf sozial-emotionale Probleme beziehen.

Section	IPA category	Description
A: Social-emotional positive	<b>1. Shows solidarity</b>	Raises others status, gives help, rewards
	<b>2. Shows tension release</b>	Jokes, laughs, shows satisfaction
	<b>3. Agrees</b>	Shows passive acceptance, understands, concurs
B: Task-orientated/answers	<b>4. Gives suggestion</b>	Gives Direction, implying, autonomy for other
	<b>5. Gives opinion</b>	Gives evaluation, analysis, expresses feelings, wish
	<b>6. Gives orientation</b>	Gives information, repeats, clarifies, confirms
C: Task-orientated/questions	<b>7. Asks for orientation</b>	Asks for Information, repetition, confirmation
	<b>8. Asks for opinion</b>	Asks for evaluation, analysis, expression of feeling
	<b>9. Asks for suggestion</b>	Asks for Direction, possible ways of interaction
D: Social-emotional negative	<b>10. Disagrees</b>	Shows passive rejection, formality, withholds help
	<b>11. Shows tension</b>	Asks for help, withdraws out of field
	<b>12. Shows antagonism</b>	Deflates others status, defends or asserts self

Tabelle 1: Tabelle mit den IPA Kategorien, deren Einordnung in die Gruppen, sowie Beschreibungen (aus Guye-Vuillème (2004)).

Jede Art von Interaktion kann jederzeit auftreten. Trotzdem treten manche Sequenzen häufiger auf als andere. Deshalb wurden die Kategorien, wie in Tabelle 1 beschrieben, organisiert, um typische Aktions/Reaktionsfolgen beschreiben zu können, wie z.B. das Wiederholen von Aktionen, oder das Abwechseln von Gruppenmitgliedern.

Diese Folgen von Interaktionen sind meist intuitiv, wie z.B. auf Fragen folgen häufig Antworten, oder freundliche Aktionen rufen ebenfalls freundliche Aktionen hervor.

Trotzdem wurden sie in die Forschung miteinbezogen, um Regelmäßigkeiten herauszufinden und diese genau beschreiben zu können.

In Guye-Vuillème (2004) werden die Regeln von Bales nochmals aufgegriffen:

- Für einige Kategorien gibt es die Tendenz, dass mit der gleichen Kategorie geantwortet wird. Hierzu zählen alle aufgabenorientierten IPAs der Antwortkategorie, die Kategorie „Shows tension release“ sowie selten die Kategorie „Asks for suggestion“.
- Ist die vorangegangene Aktion eine sozial-emotionale (alle bis auf „Shows tension release“) oder eine aufgabenorientierte vom Typ „Asks for orientation“ oder „Asks for opinion“ so wird die Reaktion meist aus dem aufgabenorientierten Bereich vom Antworttyp sein (aber nicht „Gives Suggestion“).
- Auf Kategorien, die als Fragen definiert sind führen meist zu Reaktionen aus der Gruppe, die die Antwortkategorien zusammenfasst. („Asks for orientation“ führt zu „Give Orientation“, „Asks for opinion“ führt zu „Give Opinion“, „Asks for suggestion“ führt zu „Give suggestion“)
- Es zeigt sich eine Tendenz, dass auf Kategorien die als Antworten zusammengefasst sind, häufig mit Zustimmung oder Ablehnung reagiert wird. So sind die wahrscheinlichsten Reaktionen auf aufgabenorientierte IPAs vom Antworttyp, die beiden Kategorien „Agrees“ oder „Disagrees“.
- Eine andere Tendenz zeigt sich dahingehend, dass auf negative sozial-emotionale IPAs oft mit deren Gegenteil geantwortet wird, also positive sozial-emotionale IPAs vom Typ „Shows solidarity“ oder „Shows tension release“. Abgesehen davon, dass die negativen sozial-emotionalen IPAs „Shows tension“ und „Shows antagonism“ meist einer Reaktion der Kategorie „Shows tension release“ führen, ist diese Tendenz allerdings relativ schwach ersichtlich.

Die fundamentalste Tendenz ist, dass sich zwei Haupttypen von Interaktionen abwechselnd wiederholen.

Wenn die Aufmerksamkeit auf eine Aufgabe gelenkt ist (Kategorien 4 – 9) baut sich bei den beteiligten Gruppenmitglieder ein sozial-emotionaler Druck auf, welcher die Aufmerksamkeit auf die Lösung des Problems lenkt. Solange die Gruppe lediglich die Kategorien 1-3 und 10-12 anwendet, wird die Aufgabe nicht gelöst und die Aufmerksamkeit wird wiederum auf die aufgabenorientierten Kategorien gelenkt.

Nach Bales, zitiert in Guye-Vuillème (2004), haben Gruppenmitglieder die Möglichkeit und auch den natürlichen Drang, ihre Aktionen unter Bedacht zu wählen, was davor passiert ist, und was sie für spätere Ereignisse erwarten.

Die in der IPA Theorie vorgestellten Kategorien sind sehr abstrakt. Eine Beschreibung, wie diese Aktionen ausgeführt werden, ist nicht beinhaltet.

## 4. Gruppe 2: Selbstbestätigung

### 4.1 Social Comparison

Die Social Comparison Theorie von Goethals und Darley (1987) befasst sich mit der Selbstentwicklung im Gruppenleben. Ihr Schwerpunkt beruht auf der Tatsache, dass sich Individuen mit anderen vergleichen. Sie kann der zweiten der oben beschriebenen Gruppen zugeordnet werden.

Die soziale Vergleichstheorie hat ihren Ursprung in einer Veröffentlichung von Festinger, zitiert in Schmitt (2005). Diese wurde von mehreren Psychologen, wie auch Goethals und Darley, modifiziert und weiterentwickelt.

Der Kern der sozialen Vergleichstheorie kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. Individuen schätzen ihre Meinungen und Möglichkeiten ab, indem sie diese mit den Meinungen und Möglichkeiten anderer vergleichen.
2. Dazu suchen sie sich ähnliche Personen aus, mit denen sie sich vergleichen können.

Hierbei ist der soziale Vergleich offensichtlich ein interpersonaler Prozess, bei dem eine einzelne Person ihre Meinungen und Möglichkeiten mit denen anderer vergleicht. Das Individuum strebt stets nach einem positiven Selbstbild. Es versucht besser als vergleichbare andere zu sein. Dabei soll der Abstand zu anderen nicht zu offensichtlich werden, da sonst Eifersucht entstehen könnte, die wiederum zu einem negativeren Bild führt.

In dieser Form handelt es sich um keinen gruppentheoretischen Ansatz. Goethals und Darley (1987) haben die Theorie zu einem solchen weiterentwickelt, wobei sie auf Festingers Ideen zum Gruppenverhalten zurückgreifen.

Bereits beim Bilden von Gruppen kann die soziale Vergleichstheorie beobachtet werden, da sich Leute nach dem Gleichheitsprinzip zusammenschließen. Sie suchen sich Individuen mit ähnlichen Meinungen und Möglichkeiten aus. Dies hat zur Folge, dass Personen aus anderen Gruppen nicht als vergleichbar angesehen werden, und somit ihre Meinungen nicht ausschlaggebend sind für die eigene Weiterentwicklung.

Es bestehen jedoch zahlreiche Gruppen, die sich nicht wegen des sozialen Vergleichs gebildet haben, wie z.B. Problemlösungsgruppen oder solchen, die sich aus beruflichen Gründen zusammengeschlossen haben. Hier sind ebenfalls soziale Vergleiche zu beobachten, allerdings erst nach dem Bilden der Gruppe. Da sowohl die Meinungen als auch die Möglichkeiten der Mitglieder stark voneinander abweichen können, kann der soziale Vergleich hier zu Schlussfolgerungen über sich selbst, Selbstzweifeln oder Minderwertigkeitsgefühlen führen.

Diese negativen Auswirkungen werden häufig zu vermeiden versucht, da Gruppen, die sich nicht aus privaten Gründen zusammengeschlossen haben, meist weiterbestehen sollen.

Es werden sowohl Barrieren erstellt, die den sozialen Vergleich vermeiden, wie z.B. das Vermeiden bestimmter Themengebiete, sowie Grenzen gesetzt, um die

negativen Auswirkungen gering zu halten. Dies kann beispielsweise durch Ausreden oder Herunterspielen der Tatsachen geschehen.

Nach Fischer und Wiswede (2002) können soziale Vergleiche entweder mit anderen Personen oder anderen Gruppen stattfinden. Dabei müssen diese nicht real sein, es genügt, sich diese vorzustellen.

Der soziale Vergleich wird darüber hinaus auch zwischen verschiedenen Gruppen beobachtet. Hier vergleichen sich nicht die einzelnen Individuen, sondern die Gruppe vergleicht sich als Ganzes. Wie vorher beschrieben, tendieren auch hier die Gruppen dazu sich mit ähnlichen anderen Gruppen zu vergleichen. Dabei wird Bezug auf die soziale Identitätstheorie, von Tajfel und Turner genommen, zitiert in Geothals und Darley (1987). Diese besagt, dass Menschen nach einer positiven sozialen Identität streben. Das Angehören zu einer angesehenen Gruppe führt zu einem gesteigerten Selbstwertgefühl, während eine im Vergleich unvorteilhafte Gruppe zu dem Gefühl einer schlechten sozialen Identität führt.

Dies kann beispielsweise in Fangruppierungen von Fußballvereinen beobachtet werden. Die Zugehörigkeit zu einem Fanclub einer bestimmten Mannschaft steigert das Zusammengehörigkeitsgefühl und das Selbstwertgefühl seiner Mitglieder. Dem entsprechend werden Fans einer fremden Mannschaft als minderwertig empfunden.

Zusammenfassend haben Individuen einen positiven Eindruck von sich selbst, wenn sie sich einerseits in einer Gruppe befinden, die sie in ihrer Meinung unterstützt, andererseits sie selbst ein wenig besser sind als die anderen Mitglieder ihrer Gruppe. Zudem wird das Selbstwertgefühl gesteigert, wenn die Gruppe als Ganzes besser abschneidet als andere vergleichbare Gruppen.

Ein Beispiel zur Anwendung dieser Theorie ist die Produktivität von Farmarbeitern. Mit dem Selbstvergleich kann erklärt werden, warum die Produktivität in manchen Organisationen ein Problem darstellt.

Grundsätzlich vergleichen sich die Arbeiter untereinander, wobei jeder einzelne versucht besser zu sein als seine Kollegen. Dies sollte zu einer Arbeitssteigerung führen, bis hin zum persönlichen physischen Limit.

Das Individuum sieht sich selbst jedoch in dem Konflikt, einerseits besser sein zu wollen, andererseits sich an andere Gruppenmitglieder anzupassen. Diese Uniformität wirkt der Produktivitätssteigerung entgegen. Auch das Ziel nur wenig besser zu sein als andere wirkt sich negativ auf die Steigerung der eigenen Leistung aus.

Wie stark sich diese gegensätzlichen Phänomene auswirken, hängt von der jeweiligen Gruppenstruktur ab und hat wesentliche Auswirkungen auf die Produktivität der Gruppe.

## **4.2 Konsistenztheorien**

Die Basis für alle Konsistenztheorien stellt das homöostatische Prinzip dar, welches besagt, dass eine inkonsistente Struktur immer in eine weniger inkonsistente oder sogar in eine konsistente Struktur übergeht. Entsteht eine kognitive Disharmonie, beispielsweise durch eine positive Meinung eines bisher als negativ wahrgenommenen Objekts, so wird diese auszugleichen versucht, z.B. durch



Aufwertung dieses Objekts. Somit können Einstellungsänderungen durch Kommunikation der beteiligten Akteure hervorgerufen werden.

Die erste konsistenztheoretische Formalisierung ist Heiders Balancetheorie, zitiert in Schmitt (2005), welche als Grundlage für weitere Theorien gilt.

Sie basiert auf kognitiven Konfigurationen, welche durch zwei Arten von Relationen charakterisiert werden:

- L-Relationen: (engl. liking/disliking) Sie beschreiben die Einstellung einer Person zu einer anderen oder zu einem Objekt, z.B. A mag B, A mag Computerspiele.
- U-Relationen: (engl. unit formation) Sie drücken die subjektive Zusammenfassung zu kognitiven Einheiten einer Person aus, z.B. A denkt, dass die Objekte X und Y ähnlich sind.

Die Definition von balancierten und unbalancierten Strukturen wird hier auf kognitive Systeme mit zwei bzw. drei Elementen beschränkt. Eine zweielementige Struktur ist im Gleichgewicht, wenn alle Relationen zwischen den beiden Elementen positiv oder negativ sind.

Eine dreielementige Struktur gilt als ausgeglichen, wenn alle drei Relationen positiv sind oder wenn zwei davon negativ und eine positiv ist. Eine balancierte Situation ist z.B.: ich mag A, und wir beide mögen X nicht. Eine unbalancierte Situation ist beispielsweise: ich mag B und X, aber B mag X nicht.

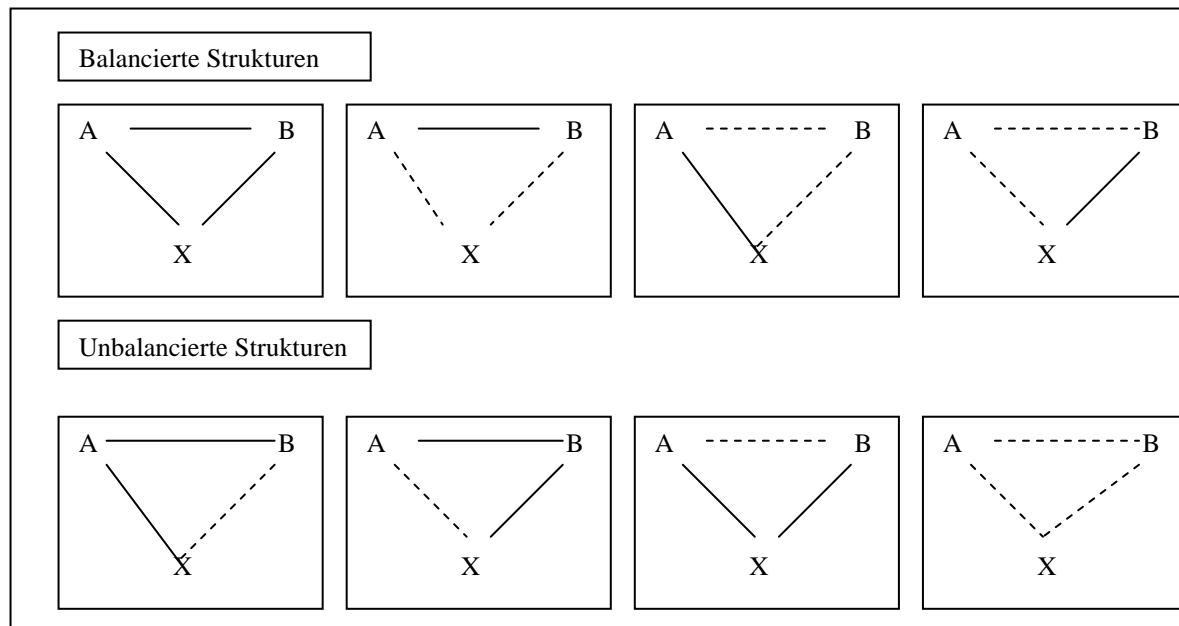


Abbildung 3: Die acht Grundtypen kognitiver Strukturen mit drei Elementen, wobei — eine positive Relation und - - - - eine negative Relation darstellt (aus Schmitt (2005)).

Die Haupthypothesen dieser Theorie besagen:

- balancierte Strukturen sind angenehmer als nicht balancierte
- balancierte Strukturen sind stabiler als nicht balancierte

Da diese Theorie sehr beschränkt ist (nur zwei oder dreielementige Strukturen, keine Aussagen über Änderungen, kein Grad der Beziehungen) weitete Festinger sie auf die Dissonanztheorie aus.

Hier beschreiben Aussagen über Personen oder Objekte die kognitiven Elemente. Diese können zu Meinungen zusammengefasst werden, welche unabhängig sein können oder miteinander in Beziehung stehen. Dabei gelten zwei Meinungen als konsonant, wenn sie widerspruchslös zusammenpassen. Eine Beziehung ist dissonant, wenn sich die Meinungen widersprechen. Dissonanz erzeugt Druck, welcher zu Aktionen führt, um diese zu beseitigen. Dabei kann entweder die dissonante Meinung abgeändert oder neue konsistente Meinungen hinzugefügt werden, um das Verhältnis von konsonanten und dissonanten Meinungen zu verbessern.

Ein weiterer konsistenztheoretischer Ansatz ist die Kongruitätstheorie von Osgood und Tannenbaum. Sie betrachtet wie Heiders Theorie nur zwei bis dreielementige Beziehungen, bewertet diese jedoch mit Intensitäten. Es wird ebenfalls in balancierte und unbalancierte Strukturen unterteilt. Allerdings wird nicht nur nach Balance, sondern auch nach Kongruenz, einem Spezialfall der Balance, gestrebt.

Kongruenz bei einer positiven Mitteilung liegt dann vor, wenn die Relationen des Empfängers zum Sender und zum Objekt gleiches Vorzeichen und gleiche Intensität aufweisen. Im negativen Fall liegt Kongruenz vor, wenn die Relationen unterschiedliche Vorzeichen, jedoch gleichen Betrag haben.

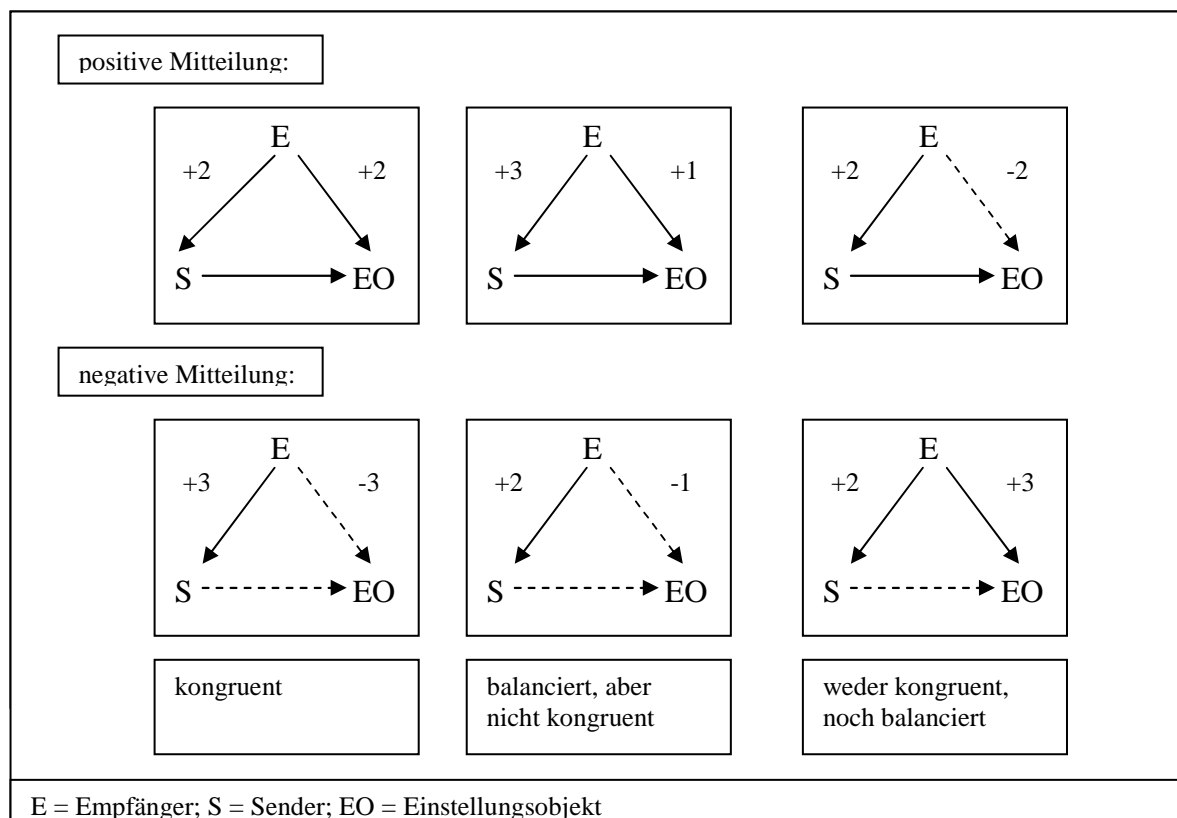


Abbildung 4: Beispiele für kongruente und nicht kongruente Strukturen mit drei Elementen innerhalb der Kongruitätstheorie (aus Schmitt (2005)).

Ist die Kongruenz verletzt, so wird sie wiederherzustellen versucht. In der Theorie von Osgood und Tannenbaum werden die Änderungen explizit vorausgesagt.

Dabei gilt das Polaritätsprinzip, welches besagt, dass eine Meinung um so schwieriger zu ändern ist, um so intensiver sie ist. Es wird sowohl die Meinung über den Sender als auch die bezüglich des Objektes geändert, wobei das Ausmaß umgekehrt proportional zur ursprünglichen Intensität ist. Hat beispielsweise ein sehr positiv beurteilter Sender eine positive Meinung über ein dagegen nur schwach positives Objekt, so wird hauptsächlich das Einstellungsobjekt aufgewertet und der Sender nur schwach abgewertet.

Beispiel (aus Schmitt (2005)):

Der Sender einer Nachricht wird mit +3 bewertet, das entsprechende Objekt mit +1; die Nachricht ist positiv (siehe Grafik 4, oben, Mitte). Diese Relation ist balanciert, aber nicht kongruent, d.h. eine Einstellungsänderung muss vorgenommen werden.

Der Grad der Einstellung zum Sender ist dreimal so groß wie der zum Objekt, also muss die Bewertungsänderung zum Objekt entsprechend dreimal so groß sein, wie die des Senders. Da die Distanz 2 beträgt, wird der Sender um 0.5 abgewertet und das Objekt um 1.5 aufgewertet. Sowohl Sender als auch Objekt werden nun mit 2.5 bewertet, was ein kongruenter Zustand ist.

Vorangegangenes Rechenbeispiel kann nach Schmitt (2005) mit folgenden Formeln ausgedrückt werden:

positive Mitteilungen:

$$\Delta S = (|EO| / |S| + |EO|) * (EO - S);$$

$$\Delta EO = (|S| / |S| + |EO|) * (S - EO);$$

negative Mitteilungen:

$$\Delta S = (|EO| / |S| + |EO|) * (-S - EO);$$

$$\Delta EO = (|S| / |S| + |EO|) * (-S - EO);$$

$|S|$  = Betrag der Bewertung des Senders;

$\Delta S$  = Änderung der Senderbewertung;

$|EO|$  = Betrag der Bewertung des Einstellungsobjekts;

$\Delta EO$  = Änderung der Objektbewertung;

Um diese Theorien auf gruppendynamische Ansätze auszuweiten, muss ein Soziogramm der Gruppenstruktur hergestellt werden. Dies beschreibt graphisch die Beziehungen der einzelnen Mitglieder zueinander. Die subjektive Gruppenstruktur eines einzelnen Agenten weicht vom objektiven Modell ab, was auf Informationsdefizite oder Verarbeitungsschwierigkeiten zurückzuführen ist.

Graphentheoretische Ansätze bieten Lösungen um mit mehr als drei Elementen umgehen zu können. Dies ist in einer Gruppe von Bedeutung, da diese meist aus mehr als drei Mitgliedern besteht. Auf die mathematischen Formulierungen soll hier allerdings nicht näher eingegangen werden.

## 5. Gruppe 3: Sozialer Einfluss

### 5.1 Social Impact

Die Theorie zum sozialen Druck von Jackson (1987), beschreibt den sozialen Einfluss, der von Latané, dem Gründer dieser Theorie wie folgt definiert:

*Social impact is defined as any of the great variety of changes in physiological states and subjective feelings, motives and emotions, cognitions and beliefs, values and behaviour, that occur in an individual, human, or animal, as an result of the real, implied or imagined presence or actions of other individuals. (Latané (1981): p. 343)*

Diese Theorie sagt aus, dass Individuen durch die Präsenz anderer beeinflusst werden. Dies kann sowohl im positiven (z.B. durch die Liebe anderer), als auch im negativen Sinn (Angst oder Ablehnung) auftreten. Dabei ist der gefühlte Druck von der Stärke des Stimulus abhängig.

Nach Jackson (1987) kann der soziale Einfluss in drei Prinzipien unterteilt werden:

- Soziale Kräfte,
- das psychosoziale Gesetz,
- und die Verteilung des Einflusses.

Soziale Kräfte:

Die Stärke dieses Einflusses ist den Methoden der Physik entlehnt, wie z.B. der Übertragung von Licht, Ton, Erdanziehung oder Magnetismus. Die Menge an Licht, die beispielsweise auf einen Tisch fällt, ist abhängig von der Stärke des Lichtes, der Distanz zum Tisch, sowie der Anzahl der Lichtquellen.

Analog dazu sollte der soziale Einfluss, der von einem Individuum verspürt wird, von der Stärke, der Bedeutung und der Anzahl anwesender Personen abhängig sein. Mathematisch ergeben diese Größen multipliziert, die Stärke des sozialen Einflusses:

$$I = f(SIN)$$

Steigt die Stärke S (Status, Macht, Möglichkeiten), die Nähe I (engl. immediacy, Betrag des Abstands zwischen Ziel und Quelle) oder die Anzahl N der Personen, so sollte auch der soziale Einfluss ansteigen. Auch die Auswirkungen der einzelnen Variablen müssen ansteigen, wenn eine der anderen Variablen größer wird. Eine große Anzahl an Fremden (niedrige Stärke) wird eine höhere Auswirkung auf ein Individuum haben, als eine kleine.

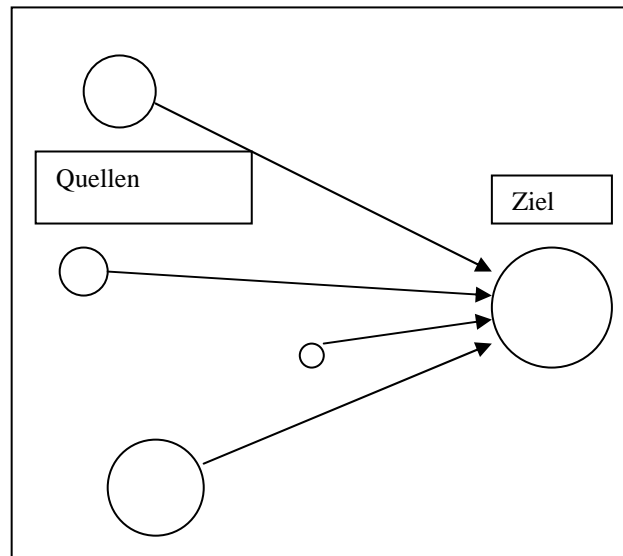


Abbildung 5: Multiplaktivität des Einflusses  $I = f(SIN)$ , mehrer Quellen wirken auf ein Ziel ein (aus Jackson (1987)).

#### Das psychosoziale Gesetz:

Weiter schlägt die Theorie des sozialen Einflusses vor, dass jede weitere hinzukommende Person weniger Einfluss nimmt als die vorherige.

Zieht eine Person beispielsweise in eine andere Stadt, so wird der erste Mensch, der dort kennen gelernt wird, wichtiger sein als die hundertste neue Bekanntschaft. Das soll nicht bedeuten, dass diese Person bevorzugt wird. Im subjektiven Empfinden wird sie jedoch einen höheren Stellenwert einnehmen.

Beim sozialen Einfluss werden die ersten wenigen Quellen bzw. Coakteure sehr wichtig sein, und den sozialen Einfluss stark erhöhen, bzw. vermindern. Um so mehr weitere addiert werden, um so geringer wird ihr jeweiliger Einfluss in einer ohnehin schon großen Gruppe.

$$I = sN^t, t < 1$$

Die Höhe des sozialen Einflusses  $I$  ist gleich einer Kraft  $t$ , der Anzahl der Quellen  $N$ , multipliziert mit einer Konstanten  $s$ .

#### Verteilung des sozialen Einflusses:

Ein anderer Aspekt des Social Impacts ist die Verteilung der Auswirkungen. Ähnlich zu einem Baum, der in einer Gruppe von Bäumen stehend nur einen Bruchteil des Sturms abfangen muss, verspüren Individuen weniger sozialen Druck von außen, wenn sie sich in einer Gruppe befinden. Um so stärker, emotional näherstehend und zahlreicher die anderen Mitglieder sind, um so mehr absorbieren sie von dem sozialen Einfluss der Quelle. Diese Faktoren sind wie folgt voneinander abhängig:

$$I = f(1/SIN)$$

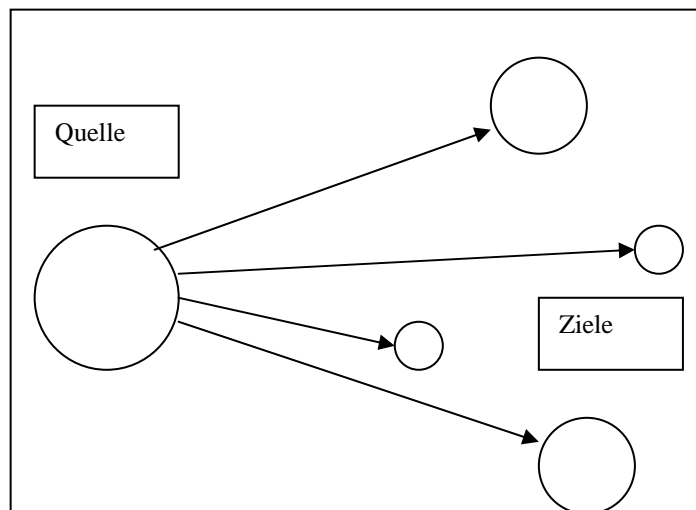


Abbildung 6: Auswirkungen einer Quelle auf mehrere Ziele; Verteilung des Drucks  $I = f(1/SIN)$  (aus Jackson (1987)).

Ein Individuum in einer kleinen Gruppe wird also eher bei einem Unfall zu Hilfe kommen, als eines in einer großen Gruppe. Befindet sich das Individuum jedoch in einer Gruppe von Ärzten (große Stärke von Coakteuren), so ist die Anzahl der Gruppenmitglieder eher unwichtig.

Zusammengefasst sagt die Theorie des sozialen Einflusses aus, dass der Druck durch steigenden Stimulus auf Seiten der Quelle zu einem höheren sozialen Druck auf das Individuum führt und umgekehrt, eine höhere Stärke auf Seiten des Ziels zu einer Verminderung des Drucks führt.

Diese Abhängigkeiten können also folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$I = S \cdot I N_{\text{Quelle}} / S \cdot I N_{\text{Ziel}}^f$$

Die Theorie des sozialen Einflusses wurde mit zahlreichen Studien belegt (vgl. Fischer und Wiswede (2002)).

In Jackson/Latané (1981) sollten Teilnehmer vor Publikum singen. Dieses Publikum bestand aus einer, drei oder neun Personen mit entweder hohem oder niedrigem Status. Dabei sang der Teilnehmer alleine, mit zwei oder acht anderen Sängern. Wie erwartet, empfanden die Testpersonen mehr Lampenfieber vor einem großen Publikum, vor Leuten mit hohem Status und wenn sie alleine agieren mussten. Weitere Tests wurden durchgeführt, um die Multiplakativität der Variablen zu ermitteln. Als die Anzahl der Coakteure beispielsweise abnahm, wurde die Größe und der Status des Publikums wichtiger und produzierte mehr Nervosität.

## 5.2 Self Attention

Die Theorie zur Selbstaufmerksamkeit von Mullen (1987) beschrieben.  
Für die Theorie der Selbstaufmerksamkeit gibt es drei Voraussetzungen:

- Selbstbezogene Aufmerksamkeit
- einen bedeutenden Verhaltensstandard
- und ausreichend gute Erwartungen an das Ergebnis

Selbstaufmerksamkeit resultiert aus dem Prozess, wenn man selbst in den Fokus der eigenen Aufmerksamkeit gerät, oder sich seiner selbst bewusst wird. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn ein Publikum, ein Spiegel oder eine Videokamera vorhanden sind.

Verhaltensstandards beschreiben angemessenes Verhalten. Manche von ihnen werden von der Umwelt bestimmt. Eine Universitätsbibliothek verlangt anderes Handeln als es in einer Bar angebracht ist.

Andere werden von der Kultur bestimmt. So zählt es beispielsweise zu den sozialen Normen höflich und respektvoll gegenüber Älteren aufzutreten.

Sind die Bedingungen der Selbstaufmerksamkeit und vorhandener Verhaltensstandards erfüllt, so wird das Individuum versuchen diesen Standards zu entsprechen. Dies geschieht, da ihm bei steigender Aufmerksamkeit mehr und mehr bewusst wird, dass es von den Normen abweicht.

Wie stark die Anstrengungen ausfallen um die Diskrepanz zwischen eigenem Verhalten und Standards zu verkleinern hängt von der dritten Bedingung, den Erwartungen, ab. Sind die Erwartungen an das Ergebnis gut, d.h. glaubt das Individuum sein Verhalten an das Erwartete anpassen zu können, so wird es dieses auch nach Kräften versuchen. Sind die Aussichten jedoch schlecht, wird sich das Individuum vom Anpassen zurückziehen.

Carver und Schleicher (1981), zitiert in Mullen (1987), fanden heraus, dass die drei Bedingungen der Selbstbezogenen Aufmerksamkeit, bedeutenden Verhaltensstandards und guten Erwartungen zu drei verschiedenen Prozessen führen können:

- Selbstregulation beschreibt den Zustand, wenn das Individuum versucht sich an die Normen anzugleichen. Dies ist meist der Fall, wenn ein hoher Grad an Selbstaufmerksamkeit in Verbindung mit wichtigen Verhaltensstandards und hohen Erwartungen gegeben ist.
- Zurückziehen von den Versuchen, die Standards zu erfüllen, tritt meist unter den Konditionen der hohen Selbstaufmerksamkeit, bedeutenden Verhaltensstandards und niedrigen Erwartungen an das Ergebnis, auf. In diesem Fall führt ein Ansteigen der Selbstaufmerksamkeit zu einem Absinken der Anpassung an die sozialen Normen.
- Die Absenz der Regulation tritt dann auf, wenn nicht bemerkt wird, dass das eigene Verhalten von den Standards abweicht. Dies ist der Fall, wenn die Aufmerksamkeit an sich selbst gering ist. Dabei spielen vorhandene Standards sowie Erwartungshaltungen keine Rolle. Es ist keinerlei Verhalten zu beobachten, das die Anpassung an die Normen beschreibt.

Gruppenverhalten beeinflusst alle drei Voraussetzungen. Jedes Individuum hat eigene Verhaltensstandards die sowohl von seiner Kultur, als auch von persönlichen Einstellungen beeinflusst sind. Innerhalb von Gruppen herrschen jedoch eigene Verhaltensstandards und Normen, die von den jeweiligen Personen angenommen werden.

Auch die Erwartungen werden von der Gruppe beeinflusst. Vorangegangene Erfolge oder Misserfolge führen zu einer neuen subjektiven Einschätzung. Auch das Beobachten ähnlicher Gruppenmitglieder kann die Erwartungshaltung verändern.

Die Selbstaufmerksamkeit wird jedoch am stärksten manipuliert. Erste Ansätze beschreiben ein Ansteigen der Aufmerksamkeit, je kleiner die Gruppe wird.

Dies ist damit zu erklären, da eine kleinere Subgruppe in den Fokus der Aufmerksamkeit der anderen gerät. Die Personen in der kleinen Subgruppe werden sich ihrer selbst deutlicher bewusst und bemerken die Diskrepanz zwischen dem eigenen Verhalten und den sozialen Normen. Umgekehrt werden die Mitglieder der großen Gruppe weniger Aufmerksamkeit für sich selbst zeigen.

Dieser Effekt kann mittels des Other-Total Ratio repräsentiert werden. Der Other-Total Ratio beschreibt die Anzahl der Personen in der anderen Subgruppe, geteilt durch die Anzahl der Leute der anderen Subgruppe plus die Anzahl der Personen in der eigenen Subgruppe.

	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">S S S S O</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">S S S O</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">S S O</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">S O</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">S O O</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">S O O O</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">S O O O O</div> </div>						
Gruppe							
Other-Total Ratio	$1/5=0.20$	$1/4 = 0.25$	$1/3 = 0.33$	$1/2 = 0.50$	$2/3 = 0.67$	$3/4 = 0.75$	$4/5 = 0.80$
Focus der eigenen Aufmerksamkeit	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>O</span> <span>←</span> <span>→</span> <span>S</span> </div>						
Grad der Selbstregulation	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>niedrig</span> <span>←</span> <span>→</span> <span>hoch</span> </div>						

Abbildung 7: Allgemeiner Überblick über die Selbstaufmerksamkeit, den Other Total Ratio und die Auswirkungen einer Gruppe auf ein Individuum (aus Mullen (1987)). Wobei S = Self; O = Other.

Spricht ein Individuum alleine vor einer Gruppe von acht Personen, so ist der Other-Total Ratio =  $0.888 (8 / (8+1))$ .



Sprechen dagegen sechs Personen vor einer einzigen so ist der Other-Total Ratio = 0.143 ( $1 / (6 + 1)$ ).

Um so höher der Other-Total Ratio steigt, um so stärker wird die Selbstaufmerksamkeit und somit der Wille zur Selbstregulation.

## 6. Diskussion

Allen vorgestellten Theorien ist gemeinsam, dass sie sich mit der Erklärung von Gruppenverhalten beschäftigen. Dabei soll sowohl das Verhalten der einzelnen Individuen, sowie das der Gruppe als Ganzes erklärt werden.

Zwei wichtige Schlüssel zum Verstehen von Gruppenphänomenen sind Gruppenfortbewegung und soziale Realität. Gruppenfortbewegung beinhaltet das erfolgreiche Bewältigen von Aufgaben, die der Gruppe gestellt sind, sowie das Erreichen von gemeinsamen Zielen. Die soziale Rolle beschreibt das Festlegen von Normen, wobei gut und schlecht, oder richtig und falsch für die Gruppe definiert wird. Dies kann bei einigen Gruppenmitgliedern zu einer Änderung in der eigenen persönlichen Einstellung führen (vgl. Goethals (1987)).

Sowohl Gruppenfortbewegung als auch die soziale Realität erfordern eine Vereinheitlichung von Meinungen. Diese führt zu einem Druck der Uniformität, die die einzelnen Individuen verspüren. Dieser soziale Einfluss wird in allen der vorgestellten Theorien behandelt und speziell in der Social Impact Theorie genauer erläutert.

Um gemeinsame Ziele erreichen zu können und eine soziale Realität verstehen zu können, muss soziales Wissen aufgebaut und verarbeitet werden. Hierbei hilft die Social Cognition Theorie, sowie die IPA Theorie.

Der verspürte Druck sich an andere Gruppenmitglieder anzugleichen kann mit der Social Comparison Theorie erklärt werden. Der soziale Vergleich mit anderen, der auf interpersoneller Ebene durchgeführt wird, kann zu einer Art Wettkampf führen, welcher wiederum den sozialen Einfluss erklärt, der zwischen den Individuen auftritt, und in den Theorien der ersten Gruppe erläutert wird.

Die Social Impact Theorie sowie die Self Attention Theorie beschäftigen sich hauptsächlich mit den Antworten einzelner Individuen auf sozialen Druck. Bei der Social Impact Theorie stehen die Stärke, die Nähe und die Anzahl der beteiligten Individuen im Vordergrund. Je höher die jeweiligen Werte sind, um so höher wird der soziale Druck. Die Self Attention Theorie befasst sich dagegen mit der Aufmerksamkeit die ein Individuum sich selbst schenkt. Aufgrund der Anzahl der beteiligten Personen wird ein Other Total Ratio berechnet, der das Individuum zur Selbstregulation, und somit zur Anpassung an andere Gruppenmitglieder zwingt.

## Bewertung

In der Social Cognition Theorie wird erklärt, wie sich ein Individuum Wissen über die Gruppe aufbaut und verarbeitet. Dies geschieht ebenfalls auf intrapsychischer Ebene. Für die praktische Umsetzung zur Steuerung des Verhaltens einer Gruppe von Agenten ist sie relativ ungeeignet, da sie zwar erklärt, dass Informationen

gespeichert und verarbeitet werden, jedoch nicht beschreibt, wie dies geschieht. Zur internen Repräsentation von Informationen, wie sie bei virtuellen Agenten benötigt wird, bestehen weitaus zweckmäßigere Methoden.

Die IPA Theorie ist für ein Tool, wie es in dieser Arbeit implementiert werden soll, sehr geeignet. Mit ihr kann das Verhalten von kleineren Gruppen analysiert werden. Die darin definierten Standardkategorien dienen als Kodierung für die sozialen Interaktionen, die im Rahmen des Gruppenverhaltens auftreten. Außerdem existiert eine große Anzahl an standardisierten empirischen Daten, die verschiedene reale Gruppen beschreiben. Auch Fischer und Wiswede (2002) betonen den Vorteil dieser Theorie, da sie weitgehend unabhängig vom Gegenstand der Kommunikation ist.

Die Social Comparison Theorie beschäftigt sich mit der Selbstentwicklung und Veränderung. Der Vergleich mit anderen kann zur Stärkung des Selbstbewusstseins bis hin zu Depressionen führen. Auch das Ändern der eigenen Meinung kann auf diese Theorie zurückgeführt werden.

Da diese Vorgänge innerhalb eines Individuums stattfinden, und somit keine sichtbaren Ergebnisse vorliegen, ist diese Theorie für die Entwicklung eines Tools zum Gruppenverhalten weniger geeignet. Sie kann vielmehr als eine Grundlage betrachtet werden, die das Entstehen des sozialen Drucks und somit den Einfluss anderer Individuen erklärt.

Die Berechnung der individuellen Einstellungsänderung, die in der Kongruitätstheorie beschrieben wird, eignet sich ebenfalls für die Realisierung eines Multiagententools. Sie erlaubt eine präzise Vorhersage der Änderungen, die durch Kommunikation hervorgerufen werden. Außerdem können Vorhersagen über die Art dieser Änderungen getroffen werden. Da Konsistenz wieder hergestellt werden soll, kann aufgrund von Kommunikation die Bewertung zum Kommunikationspartner oder das Subjekt der Kommunikation neu berechnet werden.

In der Social Impact Theorie wird der soziale Einfluss anderer auf Individuen genau erklärt. Dabei existieren einige ungeklärte Fragen. So ist z.B. nicht immer klar, welche der Gruppenmitglieder zu den Quellen und welche zu den Zielen gehören. Es kann auch nicht genau vorausgesagt werden, zu welchen Ergebnissen der berechnete soziale Druck führt. Dieser könnte auch von Individuum zu Individuum variieren, da jede Person evtl. anders auf sozialen Druck reagiert. Auch das psychosoziale Gesetz bereitet Probleme. Es existiert zwar eine Funktion für die Kräfte, jedoch bleibt die Bedeutung des Exponenten ungeklärt.

Trotz dieser Einschränkungen eignet sich die Social Impact Theorie für ein Multiagententool. Die Werte die zur Berechnung des sozialen Drucks benötigt werden sind genau spezifiziert. Zu welcher Gruppe die betrachteten Individuen gehören, kann von Situation zu Situation definiert werden. Auch die Nähe und die Anzahl der Personen sind Werte, mit denen explizit gearbeitet werden kann. Obwohl nicht genau vorausgesagt werden kann welche Aktionen der soziale Einfluss hervorruft, so können jedoch verschiedene Reaktionen auf ihn zurückgeführt werden. Auch die Tatsache, dass die Social Impact Theorie auf beinahe alle Alltagssituationen angewendet werden kann, wirkt sich positiv auf deren Auswahl aus. Da ein unabhängiges Tool realisiert werden soll, ist es von Bedeutung, dass die bearbeiteten Theorien bei vielen Simulationsumgebungen sinnvoll sind.

Auch die Self Attention Theorie erscheint geeignet. Sie beschreibt den Effekt, den eine Gruppe auf ein Individuum hat, wobei die jeweilige Zusammensetzung der Gruppe ausschlaggebend ist. Diese beeinflusst den Grad der Selbstaufmerksamkeit. Verändert sich dieser, so können Verhaltensänderungen vorausgesagt werden. Der Other Total Ratio kann leicht berechnet werden, da die Anzahl der jeweiligen Gruppenmitglieder stets bekannt ist. Auch die Verhaltensstandards können von Applikation zu Applikation festgelegt werden.

Für die Entwicklung des Tools zum Gruppenverhalten wird aus jeder der Vorgestellten Gruppen eine Theorie verwendet.

Aus der Gruppe, die sich mit dem sozialen Wissen beschäftigt, erscheint die IPA Theorie am geeignetsten. Auch die Kongruitätstheorie aus der zweiten Gruppe, wird mit eingebettet. Die dritte Gruppe, die sich mit dem sozialen Einfluss beschäftigt, ist am aussagekräftigsten in Bezug auf individuelle Handlungen, da sie sich im Gegensatz zu den anderen Gruppen mit der Erklärung der sichtbaren Reaktionen der Individuen auf sozialen Druck beschäftigt. Darum werden aus ihr zwei Theorien ausgewählt: die Social Impact Theorie sowie die Self Attention Theorie.

Im folgenden Kapitel wird die Umsetzung der genannten Theorien detailliert erklärt. Dabei wird auf die Implementierungen von Guye-Vuilleme (2004) und Schmitt (2005) eingegangen, die die IPA Theorie bzw. die Kongruitätstheorie bereits erfolgreich umsetzten.

Anschließend wird eine Verbindung zwischen den verwendeten Theorien hergestellt und die Einbettung in ein Multimediatool beschrieben.

## **7. Überblick über bestehende Systeme**

Einige bereits bestehende Systeme binden bereits erfolgreich Theorien der Gruppendynamik zur glaubwürdigen Steuerung virtueller Agenten ein. Im Folgenden sollen vier davon beschrieben, sowie deren Vor- bzw. Nachteile erörtert werden. Unterschiede zu dem in dieser Arbeit entstandenen Tool werden ebenfalls herausgearbeitet.

### **7.1 PsychSim**

Bei PsychSim handelt es sich um ein Multiagenten Simulationstool, das Interaktionen und den Einfluss innerhalb Gruppen oder von Individuen modelliert. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Tatsache, dass Individuen abhängig von den erwarteten Reaktionen des Gegenübers interagieren. Nach Pynadath, Marsella und Read (2004), wurde dieser Aspekt in den Modellen zur sozialen Interaktion der Computerwissenschaften meist ignoriert.

In ihrer Implementierung besitzt jeder Agent ein eigenes entscheidungstheoretisches Modell der Welt. Dies beinhaltet Annahmen über die Umwelt, sowie ein rekursives Modell über andere beteiligte Agenten. Die Annahmen werden durch Interaktionen anhand einer sogenannten „Theorie des Gedächtnisses“ ständig aktualisiert.

Der Benutzer kann mittels der Oberfläche des PsychSim Systems schnell ein soziales Szenario entwerfen, in welchem die konstruierten Individuen oder Gruppen selbstständig miteinander kommunizieren und interagieren. Dabei hat jedes Individuum seine eigenen Ziele, private Annahmen, Relationen zu anderen Agenten sowie ein Modell über die anderen Individuen.

Zur Illustration ist in Pynadath, Marsella und Read (2004), eine Szene der Schulgewalt realisiert. Ein Agent stellt den Schüler dar, der andere hänselt, einer denjenigen, der gehänselt wird, einer den Lehrer, der versucht die Gewalt zu unterdrücken (z.B. durch Bestrafungen) und eine Gruppe von Agenten, die Beisteher darstellen. Sie beeinflussen die Aktionen des Gewalttäters, indem sie beispielsweise das Opfer auslachen.

Das System wird anhand folgender Attribute definiert:

- Status: Jeder Agent wird über gewisse Merkmale repräsentiert, wie z.B. „power“, was seine Stärke ausdrückt.
- Aktionen: Jeder Agent kann bestimmte Aktionen ausführen, um den Zustand der Welt zu verändern. (z.B. hänseln, lachen)
- Ziele: Die Ziele eines Agenten beschreiben dessen Motivation zu interagieren. Der hänselnde Agenten wird die Ziele „eigene Macht erhöhen“, „Macht des Lehrers verringern“ und „Lachen anderer erhöhen“, verfolgen. Über die jeweiligen Ziele und deren Prioritäten können verschiedene Charaktere und somit verschiedene Handlungsabläufe festgelegt werden.
- Annahmen: Sie beschreiben den subjektiven Weltzustand jedes Agenten. Annahmen beschreiben den Zustand der Welt (z.B. „der Hänsler denkt, dass der Lehrer schwach ist“), die Annahmen der anderen (z.B. „der Lehrer glaubt, dass der Hänsler denkt der Lehrer sei schwach“) und die Ziele der anderen (z.B. „der Lehrer denkt, dass der Hänsler seine Macht vergrößern will“) .
- Strategien: Die Strategien beschreiben ein Regelwerk, nach dem der Agent seine Interaktionen auswählt. Sind die entsprechenden Voraussetzungen erfüllt, so kann die Regel angewandt werden. (Eine Voraussetzung ist beispielsweise „Der Agent denkt er ist stark“.)
- Nachrichten: Sie dienen dazu, die Annahmen der Empfänger zu verändern. Der Lehrer kann z.B. die Nachricht versenden, dass der Direktor Hänseleien bestraft. Die Zuhörer könnten nun folgende Schlüsse daraus ziehen: „Der Direktor ist mächtig.“ „Der Direktor denkt er ist mächtig.“ „Der Hänsler will seine Macht erhöhen.“
- Mentales Modell: Die Annahmen über einen anderen Agenten sind ein vollständiges Modell von ihm, mit allen seinen Zielen, Annahmen und Strategien. Zur Vereinfachung werden hier Stereotypen eingeführt, wie z.B. egoistisch, altruistisch oder dominanzbehaftet.

Veränderungen der Einstellungen, sowie der Einfluss, der von anderen ausgeht, wird aufgrund einiger sozialpsychologischer Beobachtungen modelliert.

- Konsistenz: Die Handlungen sollen mit den subjektiven Annahmen im Einklang stehen. Wird eine Handlung empfangen, so muss sich der betrachtete Agent mit der Frage auseinandersetzen, ob ein altes Modell seiner

Annahmen evtl. besser auf die aktuelle Situation passt als das derzeitige. Dazu wird ein rekursives Agentenmodell eingeführt.

- Selbstinteresse: Wie bei der Konsistenz werden hier zwei Sets von Annahmen verglichen, eines das die aktuelle Nachricht annimmt und eines, das diese verwirft. Hier wird allerdings nicht in vergangenen Einstellungen gesucht, wie bei der Konsistenz, sondern zwei mögliche Zustände der Zukunft verglichen.
- Bias: Wenn weder Konsistenz, noch Selbstinteresse eine Akzeptanz bzw. Ablehnung herbeiführen, werden Werte wie Unterstützung oder Vertrauen herangezogen. Diese erhöhen bzw. vermindern sich im Laufe der Zeit. Die Unterstützung, die ein Agent von einem anderen empfängt hängt von dessen Aktionen ab, und wie sie mit den Zielen des betrachteten Agenten im Einklang stehen. Das Vertrauen dagegen hängt von der Anzahl der angenommenen bzw. abgelehnten Aktionen des betrachteten Agenten ab.

Das PsychSim Simulationstool steht mit dem von uns entwickelten Simulationstool in einigen Punkten in enger Verbindung. Es sollen Interaktionsfolgen ausgegeben werden, die glaubwürdiges Verhalten simulieren.

In PsychSim werden dazu hauptsächlich die Annahmen und Ziele der Agenten verwendet. Der Aspekt der Konsistenz wird, wie in unserem System, aufgegriffen. Auch die Entwicklung persönlicher Beziehungen kann beobachtet werden, da sich die Werte für Unterstützung und Vertrauen im Laufe der Zeit verändern.

Allerdings ist das System von Pynadath, Marsella und Read (2004) anwendungsabhängig. Die Ziele und Annahmen der Agenten müssen entsprechend des Szenarios modelliert werden. Zusätzlich müssen mögliche Aktionen, sowie deren Wirkungen spezifiziert werden. Auch die Nachrichten und deren mögliche Auslegungen müssen hier abhängig von der Anwendung gewählt werden.

Der Aspekt der Annahmen über andere wird in dem von uns vorgestellten System insofern berücksichtigt, dass die Agenten Annahmen über die persönlichen Beziehungen treffen. Mögliche Reaktionen werden nicht vorausberechnet.

Der Schwerpunkt unserer Arbeit liegt auf der Anwendungsunabhängigkeit. Diese ist bei Einbeziehung von Zielen und Strategien, wie in PsychSim vorgestellt, jedoch nicht möglich, da diese von Applikation zu Applikation stark variieren.

Die Größe der Gruppe und der soziale Druck, der dadurch ausgeübt werden kann, wird hier nicht berücksichtigt. Auch die physikalische Nähe der Agenten zueinander, die in unserem System Auswirkungen auf die Interaktionen zeigen, wird nicht mit einbezogen.

## 7.2 Glaubwürdige Gruppen mit synthetischen Charakteren

In Prada und Paiva (2005) wird ein System beschrieben, das Aktionen virtueller Agenten anhand psychologischer Theorien auswählt. Dabei sollen die einzelnen Individuen eine Gruppenzugehörigkeit verspüren, um die Aktionsfolgen glaubwürdiger zu gestalten.

Das zugrunde liegende SGD Modell (Syntetic Group Dynamics) basiert auf der Idee, dass einzelne Gruppenmitglieder ein soziales Modell der Gruppe aufbauen und mit dessen Hilfe Entscheidungen treffen. Dieses Modell besteht aus folgenden Komponenten:

### 1. Individuelles Level:

Dieses Level definiert die Eigenschaften der beteiligten Gruppenmitglieder. Dazu gehören Name (dieser dient als Identität), Fähigkeiten (die Möglichkeiten, die der Agent zur Lösung der Aufgaben hat) und Persönlichkeit (sie beinhaltet die beiden Dimensionen extraversion und agreeableness des Big Five Modells).

### 2. Gruppenlevel:

Dieses Level beschreibt eine Gruppe mit deren innerer Struktur, sowie die Einstellungen der einzelnen Agenten zu der Gruppe. Auch die persönlichen Beziehungen der Agenten zueinander sind hier enthalten.

### 3. Interaktionslevel:

Im Interaktionslevel werden die möglichen Aktionen der Agenten kategorisiert. Diese sind über folgende Attribute spezifiziert: Typ (Kategorie der Interaktion), Quellen (Agenten, die für die Ausführung der Interaktion verantwortlich sind), Ziele (Agenten, die von der Aktion beeinflusst werden), Unterstützer (Agenten, die nicht direkt involviert sind, dies Aktion aber unterstützen – „agree with“) und Stärke (sie beschreibt den Effekt einer Aktion; diese ist abhängig von der sozialen Position der Quellen und Unterstützer).

Die möglichen Aktionen werden entsprechend Bales (1951) in zwei Gruppen unterteilt: instrumentelle Interaktionen (aufgabenorientiert) und sozial-emotionale Interaktionen.

Die sozial-emotionalen Interaktionen werden in vier Kategorien eingeteilt:

- Agree
- Encourage
- Disagree
- Disencourage

Die instrumentellen Interaktionen werden ebenfalls in vier Kategorien unterteilt:

- Faciliate Problem
- Obstruct Problem
- Gain Competence
- Loose Competence

Dabei wird weiter nach positiven und negativen Aktionen unterschieden.

Die beschriebenen Interaktionen rufen eine Dynamik in der Gruppe hervor. Diese ist über eine Menge von Regeln definiert, die einerseits die Häufigkeit des Auftretens einer Interaktion und andererseits deren Auswirkungen auf die persönlichen Stellenwerte innerhalb der Gruppe beschreibt.

Die Häufigkeit einer Interaktion hängt von der Motivation, Gruppenposition und der Persönlichkeit des betrachteten Agenten ab. Individuen mit beispielsweise hoher Motivation, hoher Extrovertiertheit oder hohem Gruppenstatus interagieren also häufiger als andere.

Die Persönlichkeit eines Agenten beeinflusst zudem die Art der Interaktion. Agenten mit einem hohen Grad der Dimension „Agreeableness“ starten beispielsweise eher positive Aktionen, während diejenigen mit einem niedrigen Wert eher negative Aktionen ausführen.

Die Fähigkeiten eines Agenten definieren die Art der aufgabenorientierten Interaktionen. Besitzt ein Agent Fähigkeiten in einem bestimmten Bereich, so können entsprechende aufgabenorientierte Interaktionen gestartet werden.

Die Position eines Agenten innerhalb der Gruppe beeinflusst die Interaktionen, die in seine Richtung ausgeführt werden. Ist der Agent beispielsweise in einer hohen Position, so werden häufiger positive sozial-emotionale Aktionen in seine Richtung ausgeführt.

Persönliche Beziehungen spielen dabei ebenfalls eine Rolle. Ist der soziale Einfluss, den ein Agent auf einen anderen ausübt, oder seine soziale Attraktivität hoch, so steigt die Wahrscheinlichkeit für eine positive sozial-emotionale Interaktion in ihre Richtung weiter.

Umgekehrt verändern ausgeführte Interaktionen innerhalb der Gruppe den darin definierten Status. Eine positive instrumentelle Interaktion erhöht beispielsweise den sozialen Einfluss des Senders auf die anderen Gruppenmitglieder, sowie dessen Motivation.

Sozial-emotionale Interaktionen dagegen beeinflussen die persönliche Beziehung, insbesondere die darin enthaltene Attraktivität. Eine positive sozial-emotionale Interaktion steigert beispielsweise die Attraktivität. Die Aktion „encourage“ hat zusätzlich Auswirkungen auf die Motivation des Empfängers.

Eine sozial-emotionale Interaktion kann auch Auswirkungen haben, wenn der betrachtete Agent nicht direkt involviert ist. Wird beispielsweise eine positive Aktion zu einem als attraktiv beurteilten Agenten wahrgenommen, so wird der Sender dieser Interaktion als positiver eingestuft.

Die Intensität der Veränderungen, die die jeweiligen Interaktionen hervorrufen, hängen von deren Stärke ab. Diese berechnet sich aus der Stärke der ausführenden Agenten, sowie der Stärke der unterstützenden Agenten.

#### 4. Kontext Level

Dieses Level modelliert die Umwelt der Agenten und die Aufgaben der Gruppe. Dabei sind zwei Definitionen von Bedeutung:

- Das Aufgabenmodell beinhaltet die Identifikation der aufgabenorientierten Interaktionen. Darin wird z.B. beurteilt, ob eine Aktion positiv oder negativ für die Lösung einer der Aufgaben der Gruppe ist.
- Soziale Normen beschreiben die Identifikation der sozialen Orientierung der Gruppe. Hier wird beispielsweise entschieden, ob eine Aktion als motivierend gilt.

Eine Evaluation in Prada und Paiva (2005) zeigt, dass Benutzer die vorgestellten Agenten als glaubwürdiger einschätzen und sich eher mit ihnen identifizieren, als mit solchen, die nicht anhand der genannten Regeln interagieren.

Das vorgestellte System arbeitet, wie das in dieser Arbeit entwickelte Tool zur Simulation von Gruppenverhalten, unabhängig von der Anwendung. Eine glaubwürdige Folge von Interaktionen wird ausgegeben. Auch die Entwicklung persönlicher Beziehungen und deren Auswirkungen auf die Wahl der folgenden Interaktionen wird mit einbezogen.

Wie in unserem System werden auch hier mögliche Auswirkungen von Interaktionen beachtet, die nicht mit den interagierenden Agenten in Verbindung stehen.

Die Kategorisierung, sowie die Entwicklungen der Beziehungen und deren Auswirkungen erscheinen allerdings denen von Guye-Vuillème (2004), die in unser System übernommen wurden, sehr ähnlich.

Auf eine Beeinflussung durch die Gruppengröße, sowie den sozialen Druck der dadurch ausgeübt wird, wird hier nicht weiter eingegangen.

Auch physikalische Distanzen zwischen den einzelnen Agenten werden hier nicht berücksichtigt.

## **7.3 Dynamische Modellierung interpersoneller Beziehungen zwischen virtuellen Charakteren**

In Schmitt (2005) wurde ein System erstellt, das die Kongruitätstheorie von Osgood und Tannenbaum in ein System einbettet.

Es modelliert glaubhaftes Agentenverhalten in sozio-emotionalen Szenarien. Dabei wird Wert auf ein Einstellungsmodell gelegt, welches gruppenspezifische Aspekte zwischen beteiligten virtuellen Agenten berücksichtigt. Interpersonelle Beziehungen können sich dynamisch während einer Konversation ändern. So werden beispielsweise Einstellungsänderungen zu Objekten oder Personen einheitlich beschrieben.

Das System beschreibt ein Terminvereinbarungsszenario, in dem der virtuelle Agent die Interessen seines Benutzers vertritt. Dabei soll nicht nur ein Termin gefunden werden, sondern auf Persönlichkeit, Emotionen und interpersonelle Beziehungen Bezug genommen werden. Dabei soll vor allem die Frage beantwortet werden, inwiefern die Glaubwürdigkeit des Dialogverhaltens der virtuellen Agenten durch Anwendung soziopsychologischer Modelle erhöht werden kann.



Im vorgestellten System werden die Microsoft Agenten Peedy, Merlin, Robby und Genie verwendet. Zu Beginn spezifiziert der Benutzer über eine graphische Benutzerschnittstelle verschiedene Einstellungen des Agenten in einer terminrelevanten Domäne, sowie interpersonelle Beziehungen.

Um einen glaubwürdigen Dialog zu generieren, muss der Agent über zusätzliches Wissen verfügen. Im Rahmen eines Terminvereinbarungssystems muss er eine grundlegende Vorstellung des Gesprächsgegenstands haben.

Ein Termin ist durch folgende fünf Eigenschaften spezifiziert: Datum, Charakterisierung der Aktivität, Charakterisierung der betroffenen Person, zeitliche Fixierung und Ort.

Bereits vorhandene Termine werden wiederum vom Benutzer in die Oberfläche eingegeben.

Die Einstellungen und Annahmen des Agenten werden nach Osgood und Tannenbaum berechnet. Um dies innerhalb des Terminvereinbarungsszenarios anzuwenden müssen die Äußerungen innerhalb des Dialogs interpretiert werden.

Um einen glaubwürdigen Dialog zu generieren muss jeder Agent über gewisse kommunikative Fähigkeiten verfügen. Diese wurden zum Großteil aus dem Verbomobil Projekt übernommen. Dabei wird der Dialog in Phasen unterteilt (Begrüßung, Eröffnung, Verhandlung, Schließen der Verhandlung).

Den Terminen wird gemäß des Einstellungsmodells eine Priorität zugeordnet, anhand derer der Agent entscheidet, ob dieser z.B. verschoben werden kann oder nicht.

Aktionen virtueller Charaktere beeinflussen deren persönliche Beziehungen untereinander, die wiederum Auswirkungen auf deren Aktionen haben.

Das beschriebene System ist allerdings abhängig von der gewählten Anwendung. Die ausgegebenen Dialoge drehen sich ausschließlich um das Thema der Terminvereinbarung. Die vereinbarten Termine müssen in einer Datenbasis gespeichert und über bestimmte Attribute festgelegt werden. Die Agenten müssen dementsprechend über Domänenwissen und ein geeignetes Einstellungsmodell verfügen.

Das zugrundeliegende Persönlichkeitsmodell entspricht, wie in unserem System, dem BIG FIVE Modell. Allerdings wird hier nur auf eine der Dimensionen, Extraversion, eingegangen.

Auch die spezifizierten persönlichen Beziehungen sind hier sehr einfach. Sie werden durch lediglich einen Wert beschrieben (dieser variiert von sehr positiv bis sehr negativ).

Eine Auswirkung der Gruppengröße auf die ausgeführten Interaktionen wird in Schmitt (2005) nicht einbezogen. Die Kommunikation beschränkt sich hier auf eine minimale Anzahl von Agenten. Begriffe wie sozialer Druck spielen dabei keine Rolle.

Auch die physikalischen Distanzen der Agenten untereinander, die in unserem System deren Handlungsweisen beeinflussen, werden hier nicht berücksichtigt.

Trotzdem ist die Einbindung der Kongruitätstheorie in die Modellierung glaubhaften Verhaltens virtueller Charaktere in Schmitt (2005) sehr gelungen. Aus diesem Grund diente diese Arbeit als Inspiration für die Auswahl dieser Theorie in das hier vorgestellte System. Auch einige der Berechnungsgrundlagen wurden daraus übernommen.

## **7.4 Simulation von nichtverbalen sozialen Interaktionen und der Dynamik kleinerer Gruppen in virtuellen Umgebungen**

Das in Guye-Vuillème (2004) vorgestellte System simuliert glaubhaftes Verhalten von virtuellen Agenten in Kleingruppen. Dabei wird insbesondere die dynamische Entwicklung interpersoneller Beziehungen berücksichtigt.

Die Interaktionen werden gemäß Bales (1951) charakterisiert und klassifiziert. Ausgeführte Interaktionen beeinflussen die persönlichen Beziehungen der Agenten, die wiederum die Auswahl der folgenden Aktionen bestimmen.

Die in unserem System verwendete IPA Theorie (vgl. 9.1.1), sowie die Entwicklung persönlicher Beziehungen (vgl. 9.1.2) beruhen auf den in Guye-Vuillème (2004) vorgestellten Berechnungen. Dieses System arbeitet ebenfalls vollständig anwendungsunabhängig. Es wird aber nur eine geringe Anzahl an Agenten zugelassen. Die erstellten Berechnungen werden global ausgeführt. Es wird von einem totalen Energiegehalt ausgegangen, d.h. das gesamte System besitzt einen bestimmten Energiewert. Dieser wird auf die beteiligten Agenten aufgeteilt.

In unserem Tool ist dieser Ansatz wenig sinnvoll, da weitere Agenten zugefügt werden können, und die Anzahl der beteiligten Agenten in verschiedenen Applikationen sehr unterschiedlich sein kann. In unserem System sind die Agenten auch nicht allwissend. Fehlende Informationen werden durch Annahmen ersetzt. Diese können vom tatsächlichen Zustand des Systems abweichen. Die Berechnungen finden aus diesem Grund lokal statt. Die Level für die betrachteten Energien müssen dementsprechend gedeckelt werden, um eine Steigerung ins Unendliche zu vermeiden.

In Guye-Vuillème (2004) werden auch nur direkte Interaktionen betrachtet, d.h. solche, in denen der betrachtete Agent entweder den Sender oder Empfänger darstellt. Im von uns vorgestellten System werden zusätzlich Aktionen berücksichtigt, die ein Agent durch physikalische Nähe stattfindender fremder Aktionen mitbekommt. So kann beispielsweise eine negative sozial-emotionale Interaktion nahestehender Agenten zu einer Abschwächung des Wertes in der Liking Dimension der persönlichen Beziehung des betrachteten Agenten zu dem Sender bzw. Empfänger der Aktion führen.

Der Begriff des sozialen Drucks nach Latané (1981), wird in Guye-Vuillème (2004) zwar angesprochen, allerdings wird bei der Umsetzung lediglich ein bestimmter Wert zu der reaktiven Energie addiert. Auf den sozialen Status, der maßgeblich ist für den ausgeübten sozialen Druck, wird hier nicht eingegangen. Auch die mögliche Verteilung des sozialen Drucks, über nahestehende Agenten der eigenen Subgruppe wird nicht berücksichtigt.

Ein Anpassen an Verhaltensstandards, das in unserem System von der Größe der Gruppe und der physikalischen Nähe der Agenten hervorgerufen wird, ist hier nicht vorgesehen.

# Teil 2: Realisierung

## 8. Einleitung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Tool entwickelt, das die im vorangegangenen Kapitel ausgewählten psychologischen Theorien zum Gruppenverhalten anwendet. Das Verhalten virtueller Agenten wird somit glaubhaft gesteuert. Dabei steht die Anwendungsunabhängigkeit im Vordergrund, d.h. das System kann an verschiedene Simulationen und Szenarien angebunden werden.

Im Folgenden wird der Aufbau des Tools, sowie dessen Implementierung erläutert. Ein grafischer Überblick findet sich in Abbildung 8.

Zuerst wird auf die benötigten Strukturen der Daten eingegangen. Ein XML Parser wurde hierfür implementiert. Die persönlichen Beziehungen zwischen den Agenten werden in sogenannten Relationsnetzen aufgebaut. Es können aber auch neu Agenten und Relationen definiert werden.

Anschließend wird die Umsetzung der verwendeten Theorien genau beschrieben. Die IPA Theorie dient hier als Grundlage, sie wird stets verwendet und liefert die Berechnungsgrundlagen für die ausgegebenen Interaktionsfolgen (vgl. dicker Pfeil in Abbildung 8). Alle anderen Theorien können später beliebig zugeschaltet werden. Sie verändern einerseits die Folgen der Interaktionen und liefern andererseits zusätzliche Daten, die zur späteren Interpretation verwendet werden können.

Auf eine Verbindung der Theorien, bzw. ob dies überhaupt sinnvoll ist, wird ebenfalls eingegangen. Anschließend wird die grafische Benutzeroberfläche des Tools erläutert und dessen Verwendung erklärt. Zur Verdeutlichung wird ein Beispiel mit fünf Standardagenten und einer neu definierten Agentin beschrieben.

Schließlich wird eine beispielhafte Anbindung an ein bereits existierendes Multiagentensystem beschrieben. Dabei handelt es sich um das Biergartensystem der Universität Augsburg.

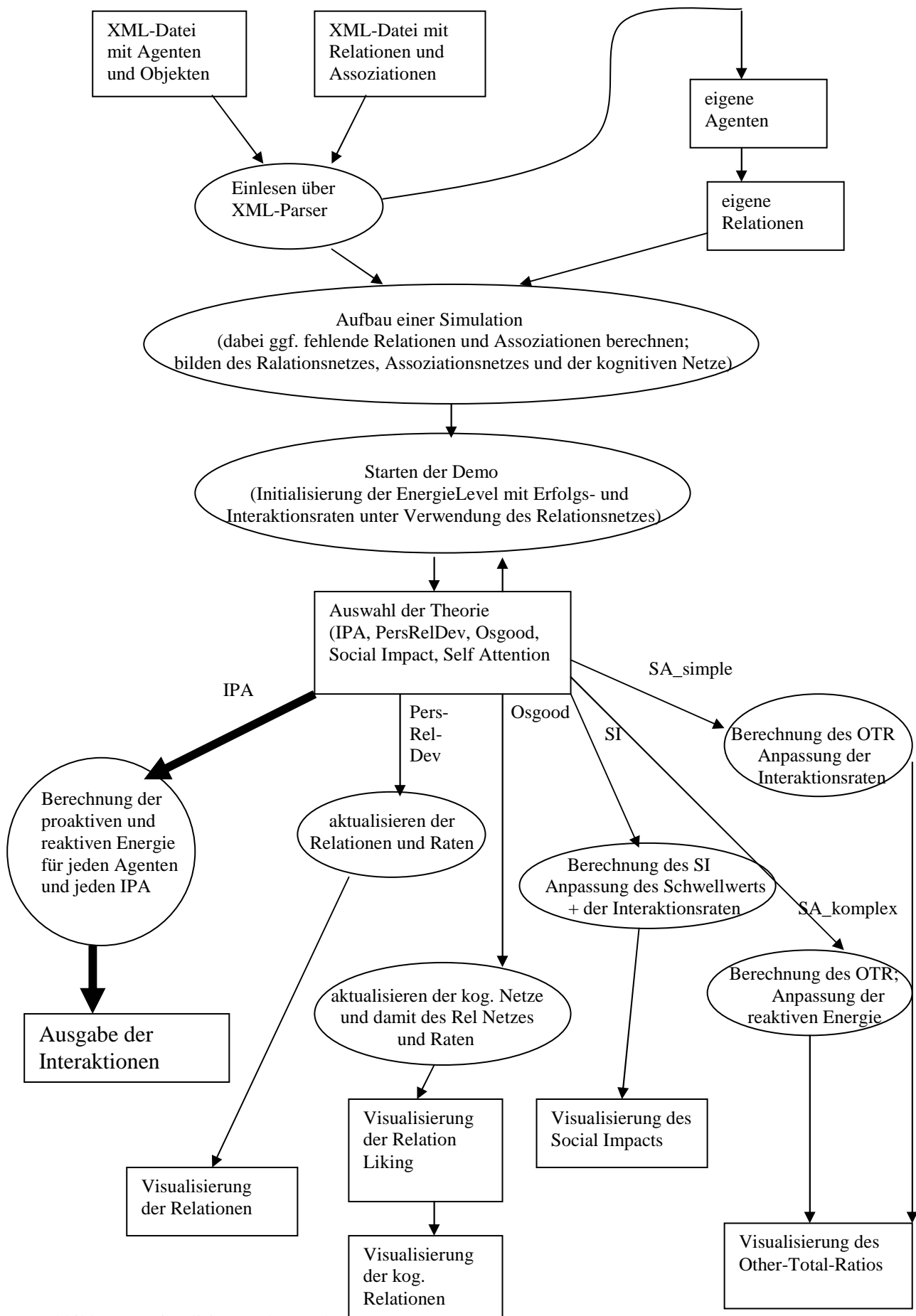


Abbildung 8: Visualisierung des Tools

## 9. Aufbau einer Simulationsumgebung

Obwohl das Tool zum Gruppenverhalten unabhängig von der Anwendung sein soll müssen einige Standards festgelegt werden. Die Datenbasis wird über XML Files eingelesen, was den Vorteil der Plattformunabhängigkeit hat.

Die genaue Struktur der Agenten und Objekte mit ihren Attributen sowie die der Beziehungen werden im Folgenden näher erläutert.

### 9.1 Struktur der Agenten und Objekte

In dem entwickelten Tool zur glaubwürdigen Steuerung virtueller Agenten werden zuerst Agenten und Objekte, sowie persönliche Beziehungen der Agenten zueinander und Assoziationen der Agenten zu den Objekten definiert. Diese können entweder über XML Dateien eingelesen oder über die Oberfläche vom Benutzer angelegt werden.

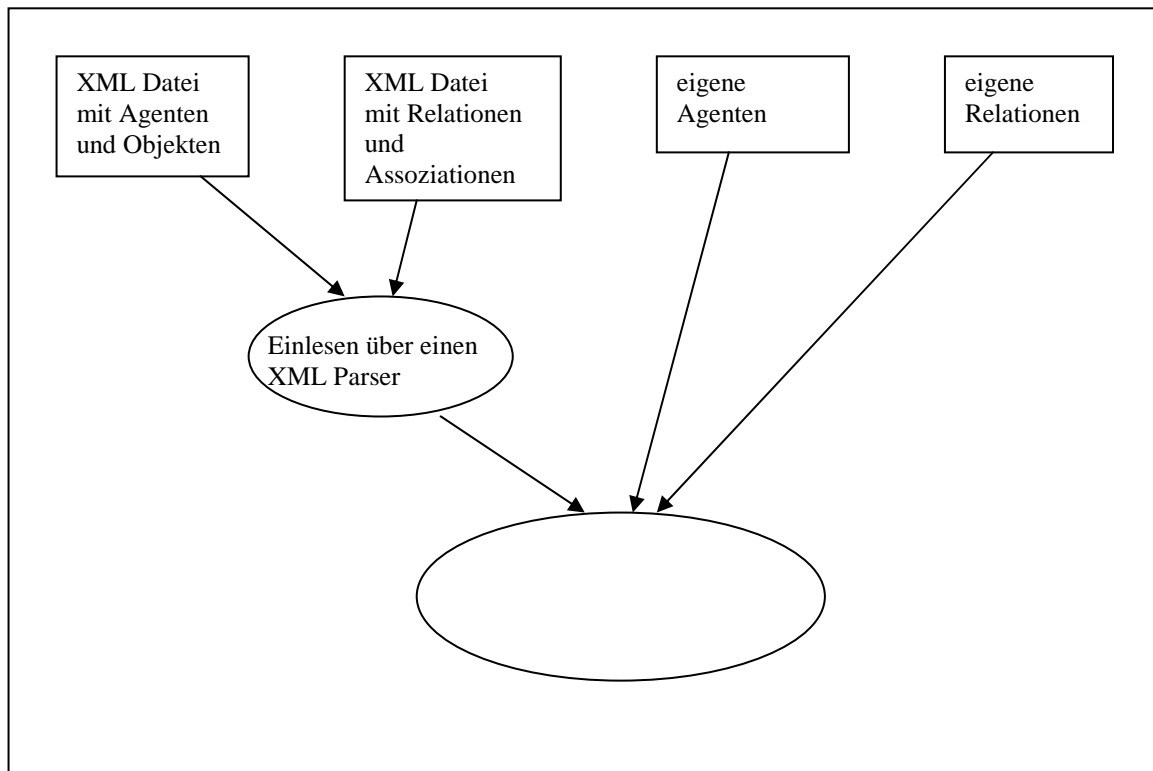


Abbildung 9: Behandelte Teilbereich des Diagramms aus Abbildung 8.

#### Agenten

In der Applikation sollen mehrere virtuelle Agenten miteinander interagieren. Diese müssen zuerst spezifiziert werden. Wie auch in Guye-Vuillème (2004) dient hierfür die SIML (Social Identity Markup Language) Struktur als Grundlage. Hierbei handelt es sich um eine XML basierte Markierungssprache, die sowohl einfaches definieren, einlesen sowie Verständlichkeit für den Benutzer gewährleistet.

Die Struktur wird generell genug gehalten, dass sie bei verschiedenen Simulationsumgebungen Verwendung finden kann. Die beinhalteten Attribute wurden aufgrund ihrer Aussagekraft in Bezug auf interpersonelles Verhalten gewählt.

Die erste Ebene beschreibt sozial-statistische Daten wie Alter, Geschlecht, Familienstand. Diese gelten als allgemeine Übersicht und wurden bereits in zahlreichen soziologischen Studien verwendet. Dabei kann aus folgenden Werten ausgewählt werden:

- Name: String
- Gender: male, female
- Marital Status: single, related, married, divorced
- Age: integer > 0
- Social Status: float [0, 1]
- Sex Orientation: hetero, bi, homo

Zusätzlich wird für jeden Agenten eine Persönlichkeit festgelegt. Diese wird, wie später genauer erläutert, sein individuelles Verhalten beeinflussen. Ihre fünf Dimensionen (Extraversion, Agreeableness, Conscientiousness, Emotional Stability, Intelligence) gehen auf das BIG FIVE Modell zurück, das in Forsyth (1999: 351), zitiert in Guye-Vuillème (2004) beschrieben wird.

introvertiert (niedrig): <i>ruhig, zurückhaltend, schüchtern, in sich gekehrt, gern allein</i>	I. <u>Extraversion</u>	extravertiert (hoch) <i>lebhaft, kontaktfreudig, fröhlich, aktiv, gern in Gesellschaft</i>
fordernd (niedrig) <i>misstrauisch, durchsetzend wettbewerbsorientiert</i>	II. <u>Verträglichkeit</u>	anpassend (hoch) <i>vertrauensvoll, aufrichtig, hilfsbereit, nachgiebig</i>
spontan (niedrig) <i>unverkrampt, flexibel lässig</i>	III. <u>Gewissenhaftigkeit</u>	fokussiert (hoch) <i>sorgfältig, gelassen, pflichtbewusst</i>
sensibel (niedrig) <i>besorgt, ängstlich angespannt, reizbar</i>	IV. <u>Emotionale Stabilität</u>	unerschütterlich (hoch) <i>selbstsicher, gelassen stresstabil</i>
konservativ (niedrig) <i>traditionsbewusst, sachlich pragmatisch</i>	V. <u>Intelligenz</u>	innovativ (hoch) <i>wissbegierig, phantasievoll kreativ</i>

Abbildung 10: Definition der fünf Dimensionen der Persönlichkeit (aus Backhaus (2004)).

Dabei können die beschriebenen Faktoren in gewissen Ausprägungen auftreten. Diese variieren in Abhängigkeit der darin enthaltenen Facetten.

Alle Werte liegen im Intervall [0, 1], wobei 0 im Fall Extraversion für extrem introvertiert, 1 für sehr kontaktfreudig und 0.5 für neutral steht.

```
<agent>

<name>Resi</name>
<gender>female</gender>
<marital_status>married</marital_status>
<age>70</age>
<social_status>0.5</social_status>
<sex_orientation>hetero</sex_orientation>

<personality
  extraversion="0.7"
  agreeableness="0.7"
  conscientiousness="0.5"
  stability="0.5"
  intelligence="0.3"/>

</agent>
```

Abbildung 11: Beispiel für die Definition des Agenten Resi mit deren statistischen Daten, sowie Persönlichkeit.

In Abbildung 11 wird beispielhaft die Agentin Resi definiert. Sie ist weiblich, verheiratet, heterosexuell, 70 Jahre alt und in mittlerem sozialen Status. Ihre Persönlichkeit zeichnet sich durch einen hohen Grad an Extrovertiertheit und Verträglichkeit aus. Sie wird als mittelmäßig gewissenhaft und weniger emotional stabil und intelligent modelliert.

### **Objekte**

Für manche Applikationen ist es sinnvoll Objekte zu spezifizieren, die sich in der Szene befinden. Um dies einfach zu halten, werden sie lediglich mit einem Typ definiert, also welcher Art ein Objekt ist.

```
<object>
<type>car</type>
</object>
```

Abbildung 12: Definition des Objekts Car.

Diese Definition kann beliebig durch Objektattribute ergänzt werden. Ist beispielsweise eine genauere Spezifikation der Objekte in einer Anwendung erforderlich, so kann diese per Erweiterung der Definition problemlos eingeführt werden.

## **9.2 Persönliche Beziehungen und Assoziationen**

### **Persönliche Beziehungen**

Um glaubhaftes Gruppenverhalten zu simulieren, können zusätzlich zu den spezifizierten Agenten Relationen untereinander festgelegt werden. Diese beschreiben die persönliche Beziehung, welche wiederum das Verhalten



beeinflussen. So wird ein Agent, der einem anderen gegenüber positiv eingestellt ist andere Interaktionen starten, als gegenüber einem, dem er negativ gegenüber steht. Dies wird später detailliert beschrieben.

Eine persönliche Relation von einem Agenten zu einem anderen wird durch die vier Variablen Liking, Familiarity, Trust und Commitment definiert.

Diese Dimensionen sagen folgendes aus:

- Liking: Dieser Wert beschreibt die emotionale Attraktivität zu einem anderen Individuum. Nach Rubin (1973), zitiert in Guye-Vuillème (2004) sind dessen zwei Hauptkomponenten Zuneigung und Respekt. In den meisten Definitionen findet sich die Idee der sozialen Nähe wieder.
- Familiarity: Hier wird Vertrautheit definiert. Sie überschneidet sich nicht mit dem Liking Wert, da Individuen durch häufige Kommunikation miteinander vertraut sein können, ohne Zuneigung zu empfinden, wie z.B. bei Arbeitskollegen.
- Trust: Diese Variable beschreibt das Vertrauen. Die Definitionen hierfür sind in der Psychologie sehr weitläufig. Oft wird die Zuverlässigkeit des Anderen zur Beschreibung herangezogen.
- Commitment: Dieser Wert definiert das Engagement, das aufgebracht wird um die Beziehung aufrecht zu erhalten.

```
<relation>

<from>Resi</from>
<to>Benno</to>

<liking>0.9</liking>
<familiarity>0.9</familiarity>
<trust>0.8</trust>
<commitment>0.7</commitment>

</relation>
```

Abbildung 13: Persönliche Beziehung vom Agenten Resi zu dem Agenten Benno.

In Abbildung 13 wird eine solche persönliche Beziehung definiert. Die Agentin Resi (vgl. Abbildung 11) wird hier mit dem Agenten Benno in Verbindung gesetzt. Benno ist Resi sehr sympathisch und sie sind auch sehr vertraut miteinander. Das Vertrauen, das von Resi entgegengebracht wird, ist im oberen Bereich, das Engagement, das sie in die Beziehung einbringt, ist ebenfalls hoch.

Auch hier liegen die Werte in einem Intervall von [0, 1]. Ist keine persönliche Beziehung spezifiziert, so werden Werte von 0, also neutral, angenommen.

### **Assoziationen**

Die Beziehung, die ein Agent zu einem Objekt hat ist wesentlich einfacher. Sie wird durch lediglich einen Wert spezifiziert, der ausdrückt wie positiv bzw. negativ der betrachtete Agent zu dem Objekt eingestellt ist.

Auch hier liegen die Werte im Intervall [0, 1], wobei 0 absolut negativ, 1 absolut positiv bedeutet. Wird keine Assoziation explizit angegeben, so wird ein Wert von 0.5, also neutral, angenommen.

```
<association>

<agent>Peter</agent>
<object>car</object>

<attitude>0.9</attitude>

</association>
```

Abbildung 14: Beziehung des Agenten Benno zu dem Objekt Car.

In Abbildung 14 wird beispielhaft eine Verbindung von dem Agenten Benno zu dem Objekt Auto definiert. Die Einstellung entspricht einem Wert von 0.9, was bedeutet, dass Benno Autos sehr gerne mag.

## 9.3 XML Parser

Ein XML Parser musste implementiert werden, um die gewünschten Daten einlesen und verarbeiten zu können. Hierbei wurde zwischen Agenten, Objekten, Relationen und Assoziationen unterschieden.

Eine XML Datei wird für alle beteiligten Agenten und Objekte erstellt. Wie viele dabei definiert werden hängt von der jeweiligen Applikation ab.

Die Relationen der Agenten zueinander sowie die Assoziationen von den Agenten zu den Objekten werden in einer weiteren XML Datei spezifiziert. Dies hat den Vorteil der genaueren Trennung, bzw. kann die Relationendatei weggelassen werden, wenn die anzubindende Applikation keine Beziehungen vorsieht, also ein Nichtkennen suggeriert wird.

Für XML-basierte Daten gibt es zwei wohldefinierte Verarbeitungsverfahren: DOM und SAX. Während SAX ereignisorientiert arbeitet, stellt DOM das gesamte Dokument in einer internen Struktur bereit.

Die beiden implementierten Parser entsprechen dem SAX Model (SAX homepage). Hier wird das Dokument in Teilen geladen, d.h. sobald ein angemeldetes Element erscheint, wird ein Ereignis aufgerufen, das für die Verarbeitung abgefangen werden kann.

Dieses Model ist einfacher als das DOM Model und für diese Zwecke ausreichend, da die spezifizierten XML Dateien lediglich eingelesen und verarbeitet werden sollen. Eine Modifikation oder ein Zurückschreiben der veränderten Daten, wie es der DOM Parser durch seine Baumstruktur erlaubt, ist hier nicht nötig.

Außerdem ist SAX weniger speicherintensiv und somit für große Dokumente geeignet. Dies kann evtl. von Nutzen sein, da durchaus Anwendungen mit sehr vielen Agenten geladen werden könnten, um deren Gruppenverhalten zu untersuchen.

Die in den XML Files gespeicherten Daten werden geparkt und mittels eines Handlers als Java Code angezeigt. Dadurch bleibt das Tool plattformunabhängig, da sowohl XML als auch Java nicht abhängig vom verwendeten Betriebssystem ist.

## 9.4 Aufbau von Netzen

Die aus den XML Dateien eingelesenen Daten müssen nun geeignet strukturiert und gespeichert werden, um eine effiziente Weiterverarbeitung zu gewährleisten.

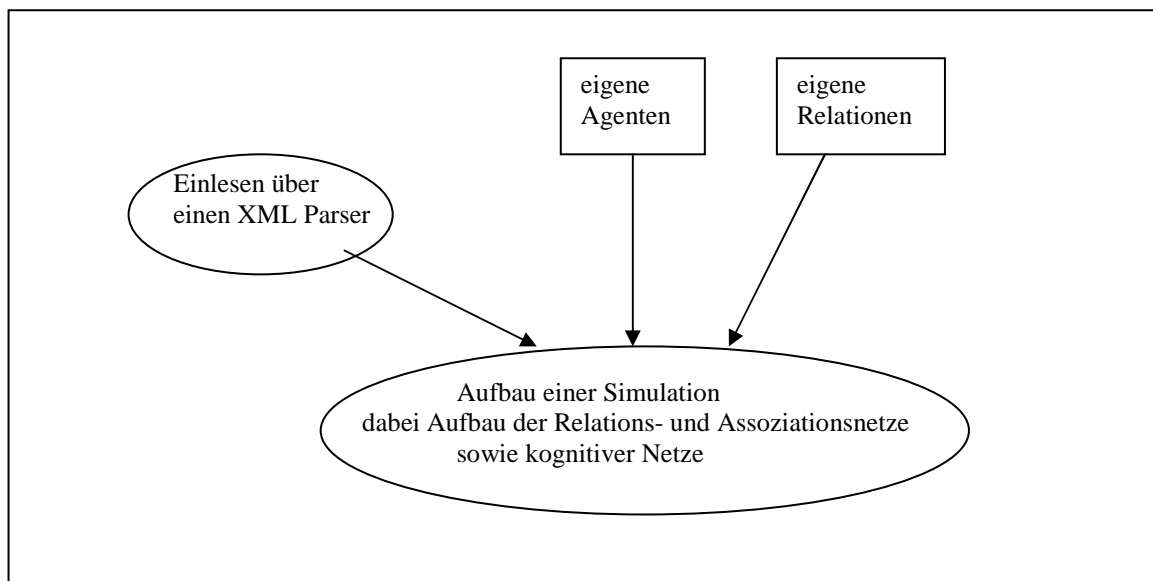


Abbildung 15: Behandelte Teilbereich des Diagramms aus Abbildung 8.

Die Agenten und Objekte werden dazu in je eine HashMap gespeichert und über ihren Schlüssel angesprochen. Diesen Schlüssel stellen bei den Agenten deren Namen und bei Objekten deren Typ dar. Dies hat den Vorteil, dass schnelle Zugriffe möglich sind und geringer Speicherbedarf besteht.

Die Relationen und Assoziationen werden in Matrixform gespeichert. Die Namen der Agenten werden als Zeilen- und Spaltenbeschriftungen verwendet. So stellt z.B. die erste Zeile alle Beziehungen vom ersten Agenten zu allen anderen dar.

Sind die Daten aus den betrachteten XML Dateien unvollständig, d.h. fehlt eine Relation, so werden die Attributwerte geeignet berechnet. Dabei spielen die statistischen Daten der betrachteten Agenten eine Rolle.

Der Likingwert wird um jeweils 0.1 erhöht, wenn gleiches Alter, gleicher sozialer Status oder gleiche sexuelle Orientierung in Verbindung mit dem passenden Geschlecht vorliegen.

Der soziale Status und der Familienstand der beiden beteiligten Agenten beeinflussen den Trustwert der Relation. Sind sie gleich, wird dieser um 0.1 bzw. 0.05 erhöht.

Der Wert der Commitmentdimension wird bei gleichem Alter um 0.05, und bei passendem Geschlecht bei gleicher sexueller Orientierung um 0.1 erhöht. Der Familiaritywert bleibt in jedem Fall neutral. Diese Dimension beschreibt die Vertrautheit in einer Beziehung, die bei fehlender vorausgegangener Interaktionen auf jeden Fall bei Null stehen muss.

Die Relation von einem Agenten zu sich selbst wird in allen vier Attributen auf 1, also sehr positiv, gesetzt. Dies erscheint logisch, da ein Individuum mit sich selbst im Einklang stehen sollte. Ist dies nicht erwünscht, so muss die gewünschte Relation explizit im XML File definiert werden.

	Resi	Benno	Peter
Resi	liking = 1 familiarity = 1 trust = 1 commitment = 1	liking = 0.9 familiarity = 0.9 trust = 0.8 commitment = 0.7	liking = 0.2 familiarity = 0 trust = 0.15 commitment = 0.1
Benno	liking = 0.9 familiarity = 1 trust = 0.8 commitment = 0.7	liking = 1 familiarity = 1 trust = 1 commitment = 1	liking = 0.5 familiarity = 0.4 trust = 0.4 commitment = 0.5
Peter	liking = 0.2 familiarity = 0 trust = 0.15 commitment = 0.1	liking = 0.3 familiarity = 0.4 trust = 0.5 commitment = 0.3	liking = 1 familiarity = 1 trust = 1 commitment = 1

Abbildung 16: Beispiel für eine Beziehungsmatrix mit 3 Agenten.

In Abbildung 16 ist eine solche Relationsmatrix dargestellt. Die in 8.2 definierte persönliche Beziehung der Agentin Resi zu dem Agenten Benno ist hier enthalten. Auch Benno hat eine in allen Werten positive Einstellung zu Resi.

In diesem Beispiel sind die Agenten Resi und Peter noch nicht miteinander bekannt. Da sie aber den selben sozialen Status und den selben Familienstand besitzen und unterschiedlichen Geschlechts und auch beide heterosexuell sind, erhöhen sich die Werte wie folgt:

Liking =  $0 + 0.1 + 0.1 = 0.2$  (selber sozialer Status; unterschiedliches Geschlecht bei selber sexueller Orientierung)  
Familiarity = 0 (sie hatten bislang keinen Kontakt)  
Trust =  $0 + 0.1 + 0.05 = 0.15$  (selber sozialer Status; selber Familienstand)  
Commitment =  $0 + 0.1 = 0.1$  (unterschiedliches Geschlecht bei selber sexueller Orientierung)

Es wird in diesem Beispiel angenommen, dass bereits eine persönliche Beziehung zwischen den Agenten Benno und Peter besteht. Diese befindet sich für alle Dimensionen im mittleren bis unteren Bereich.

Analog wird bei der Bildung der Assoziationenmatrix verfahren. Hier stellen die Agenten die Zeilen- und die Objekte die Spaltenbeschriftungen dar. Beim Fehlen einer Assoziation wird der neutrale Wert 0.5 gesetzt.

## 10. Umsetzung der Theorien

Wie im ersten Teil dieser Arbeit bereits erwähnt wurde, werden für das Tool vier psychologische Theorien zur Gruppenanalyse umgesetzt. Dabei wurde aus jeder der Gruppen mindestens eine ausgewählt:

- Gruppe 1: Interaction Process Analysis
- Gruppe 2: Kongruitätstheorie
- Gruppe 3: Social Impact  
Self Attention

Die IPA Theorie dient hierbei als Grundlage, d.h. sie wird stets angewandt. Alle anderen Theorien können bei Belieben zugeschaltet werden.

Die Details der Implementierung werden im Folgenden erläutert.

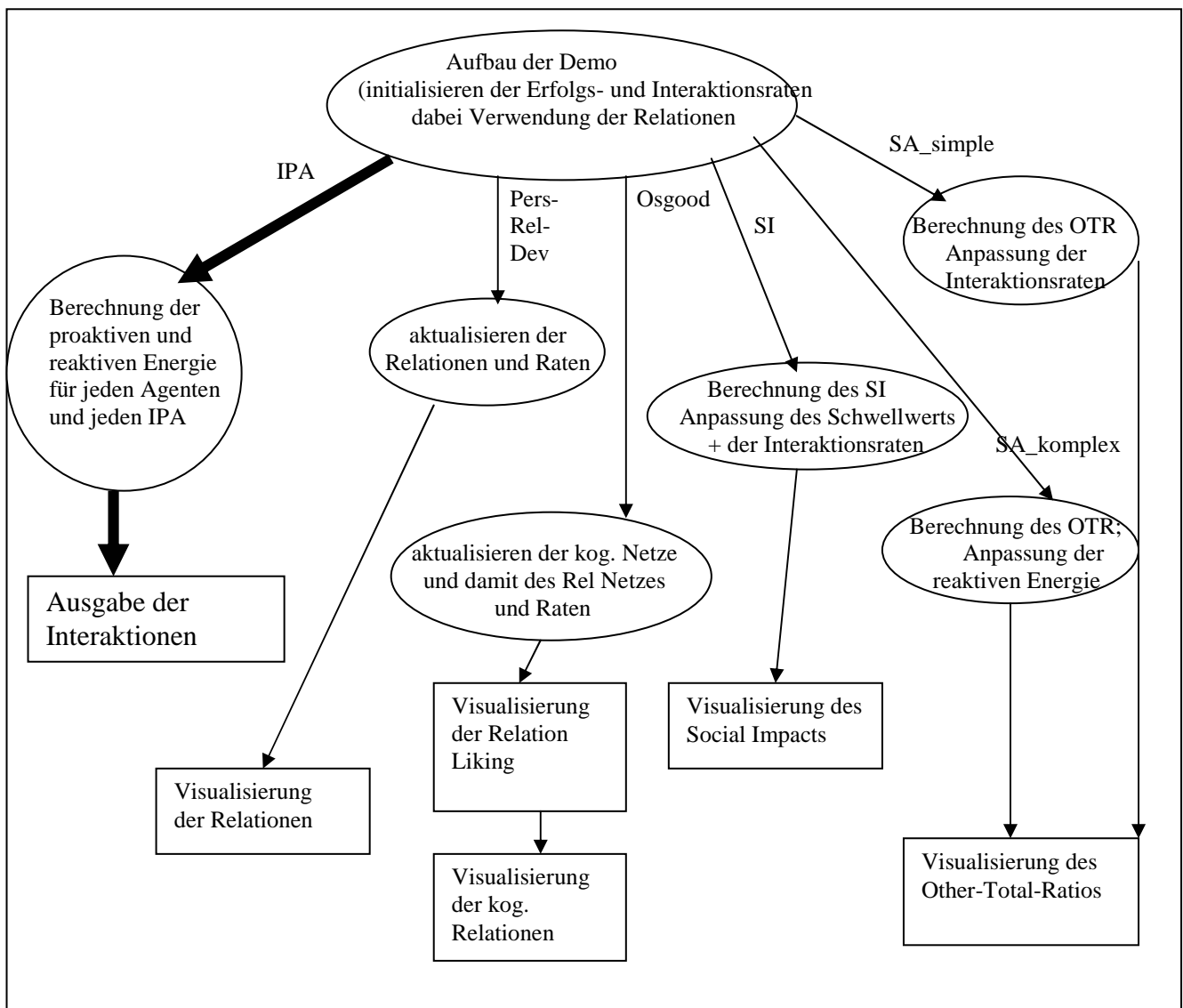


Abbildung 17: Behandelter Teilbereich des Diagramms aus Abbildung 8.

## 10.1 Interaction Process Analysis

Wie in 3.2 beschrieben wird in der IPA Theorie von Bales (1951) ein Set von Standardkategorien definiert. Diese sind voll inklusiv, d.h. jede mögliche Interaktion zwischen Individuen kann genau einer Kategorie zugeordnet werden.

Dabei werden die IPA Kategorien in vier Gruppen unterteilt:

Sozial-emotionale Interaktionen:

- positive Reaktionen (Show Solidarity, Show Tension Release, Agree)
- negative Reaktionen (Show Tension, Show Antagonism, Disagree)

Aufgabenorientierte Interaktionen:

- Fragen (Ask for Suggestion, Ask for Opinion, Ask for Orientation)
- Antworten (Give Suggestion, Give Opinion, Give Orientation)

Welche Interaktion ein Agent zu einem bestimmten Zeitpunkt ausführt, kann auf zwei Arten berechnet werden: dem statistischen Verfahren oder dem persönlichkeitsbasierten Verfahren.

Beide sollen im folgenden beschrieben werden. Der erste Teil, also das statistische Verfahren, wird als Basis für alle anderen Theorien verwendet.

### 10.1.1 Statistisches Verfahren

Ziel ist es, für die einzelnen Individuen Sequenzen von Interaktionen zu berechnen. Dabei spielt die zeitliche Dimension eine bedeutende Rolle. Alle Kombinationen der IPA Kategorien sind prinzipiell möglich, allerdings sind manche Abfolgen wesentlich wahrscheinlicher als andere. So ist beispielsweise die Wahrscheinlichkeit mit einer Antwort zu reagieren wesentlich höher, wenn zuvor eine Frage gestellt wurde.

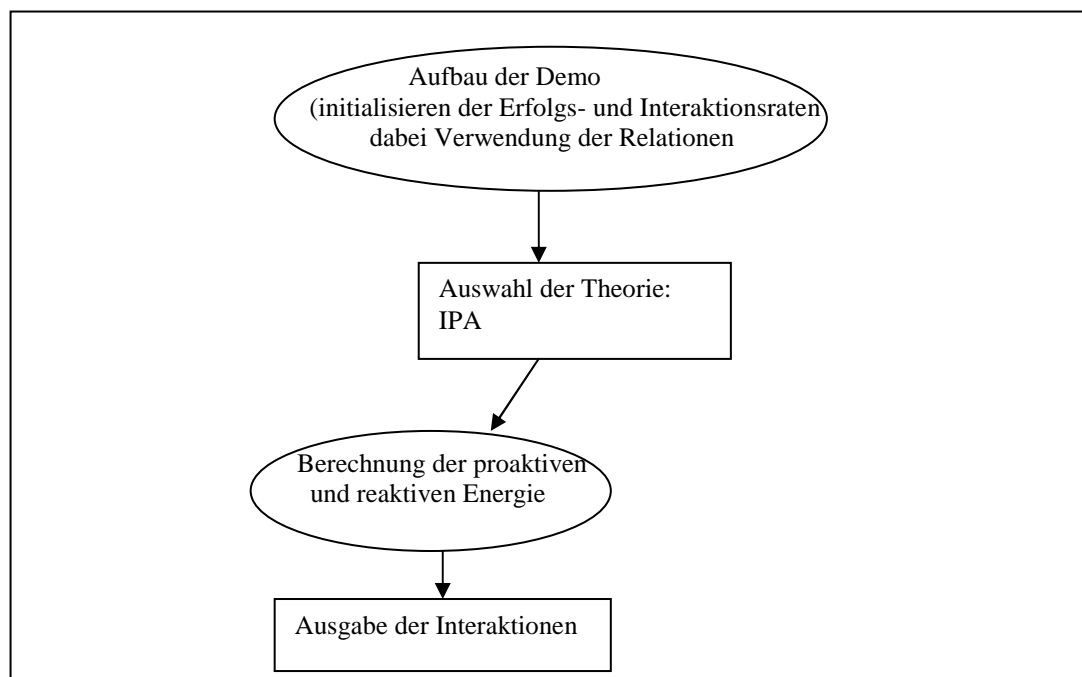


Abbildung 18: Behandelter Teilbereich des Diagramms aus Abbildung 8.

Bei der Auswahl der passenden IPA Kategorie sind zwei Dimensionen von Bedeutung:

- die proaktive Energie und
- die reaktive Energie.

Die proaktive Energie steht in Verbindung mit dem Individuum und dessen innerer Motivation zu interagieren. Diese basiert auf dessen persönlichen Eigenschaften.

Die reaktive Energie beschreibt den unmittelbaren Einfluss, den die einzelnen Gruppenmitglieder aufeinander ausüben.

Eine Verbindung dieser beiden Dimensionen gewährleistet natürliches Verhalten, da sowohl Persönlichkeit aber auch vorangegangene Interaktionen in die Berechnungen miteinbezogen werden. Dies steht mit empirischen Beobachtungen im Einklang, so kann beispielsweise häufig betrachtet werden, dass ein Individuum seine Meinung äußert, auch wenn diese nicht gefragt ist.

Das vorgestellte System arbeitet rundenbasiert, d.h. bei jeder Runde muss die proaktive und reaktive Energie für jeden Agenten und jeden IPA berechnet werden.

## **Proactive Energie**

In jeder Runde wird eine bestimmte Menge an proaktiver Energie  $p \in \mathbb{R}_+$ , die proportional zur Interaktionsrate  $r$  ist, zu einem Schwellwertautomaten hinzugefügt.

$$p_{mi} = r_{mi} / \tau$$

wobei:

- $m \in \mathbb{Z}_+$ , den Index eines anderen Gruppenmitgliedes;
- $i \in \mathbb{Z}$ :  $1 \leq i \leq 12$ , den Index des Interaktionstypen und
- $\tau \in \mathbb{R}_+$ , einen globalen Parameter zur Zeitskala der Simulation darstellt.

Die darin enthaltene Interaktionsrate, die einen Standardwert für jeden IPA und jeden Agenten enthält, ist sowohl von der Persönlichkeit des Agenten, sowie der persönlichen Beziehung zu dem anderen Agenten abhängig. Diese Abhängigkeiten sind in Tabelle 3 dargestellt.

IPA	Abhängigkeit von der Persönlichkeit	Abhängigkeit von der Beziehung
ShowSolidarity		Liking Familiarity
ShowTensionRelease	Agreeableness Intelligence	Liking
Agree	Intelligence Agreeableness	Liking
GiveSuggestion	Extraversion Conscientiousness	
GiveOpinion	Extraversion Conscientiousness	Liking
GiveOrientation	Extraversion Stability	
AskForSuggestion	Extraversion Conscientiousness	Trust Familiarity
AskForOpinion	Extraversion Conscientiousness	Trust Familiarity
AskForOrientation	Extraversion Stability	Trust
ShowAntagonism		Liking Familiarity
ShowTension	Agreeableness Intelligence	Liking
Disagree	Agreeableness Intelligence	Liking

Tabelle 2: Abhängigkeiten der Interaktionsraten von Persönlichkeit und Beziehung.

Die Erfolgsrate der einzelnen IPAs hängt von dem sozialen Status des Agenten ab. Je höher der Status ist, desto höher sind dessen Erfolgsraten.

Die Agenten Resi und Benno aus vorangegangenen Beispielen sind sehr vertraut miteinander. Dies führt dazu, dass positive sozial-emotionale Aktionen häufiger gestartet werden als andere. Dementsprechend sind die Raten für diese IPAs bei diesen beiden Agenten entsprechend hoch.

In Resis Speicher der proaktiven Energie wird folgender Wert auftreten:

$$r_{\text{Benno/ShowSolidarity}} = (3 * \text{Liking} + \text{Familiarity}) / 4 = (3 * 0.9 + 0.9) / 4 = 0.9$$

Da die Agentin Resi einen mittleren sozialen Status besitzt, ist ihre Erfolgsrate ebenfalls im mittleren Bereich.

Die Höhe der proaktiven Energie  $P \in R_+$ , einschließlich Zufallsvariationen, eines bestimmten IPAs mit einem spezifizierten Gruppenmitglied, zu einem bestimmten Zeitpunkt, wird wie folgt berechnet:

$$P_{mi} = Q_{mi} + \sum_{t=1}^n p_{mi} + 2 \rho(\omega_t - 0.5)$$

wobei :

- $Q_{mi} \in R$ , ist die verbleibende proaktive Energie seit dem letzten Zeitpunkt, als diese Interaktion mit diesem Agenten ausgeführt wurde;
- $t \in Z_+$ , ist ein Index für den Zeitschritt;



- $n \in \mathbb{Z}_+$ , die Anzahl der Zeitschritte, die seit dem letzten Auftreten dieser Interaktion vergangen sind;
- $\rho \in \mathbb{R}_+$ , ein globaler Parameter ist, der den maximalen Wert der Zufallsaktivierungsenergie darstellt, der zu jedem Zeitschritt addiert bzw. subtrahiert werden kann.
- $\omega \in \mathbb{R}$ :  $0.0 \leq \omega \leq 1.0$ , ein Zufallswert ist.

## **Reaktive Energie**

Die reaktive Energie beschreibt den Teil der Motivation des betrachteten Agenten, der aus vorangegangenen Interaktionen berechnet wird. So wird z.B. nach einer Frage die reaktive Energie für eine entsprechende Antwort steigen. Sie kann auch negative Werte enthalten, d.h. nach einer ausgeführten Interaktion werden bestimmte Folgeaktionen geblockt. Die Regeln hierfür wurden von Bales aufgestellt und sind in Tabelle 2 nachzulesen.

Die Höhe der reaktiven Energie eines bestimmten IPAs, der zu einem spezifizierten Agenten zu einem Zeitpunkt ausgeführt werden soll, wird wie folgt berechnet:

$$R_{mi} = S_{mi} + \sum_{z=1}^{20} \omega s_{mi} F(m,i,z)$$

wobei:

- $S \in \mathbb{R}$ , die verbliebene reaktive Energie darstellt;
- $z \in \mathbb{Z}$ :  $1 \leq z \leq 20$ , ein Index für die Regeln ist;
- $\omega \in \mathbb{R}_+$ , einen globalen Parameter darstellt, der die Reaktivität des gesamten Systems beschreibt.
- $s \in \mathbb{R}$ :  $0.0 \leq s \leq 1.0$ , der Erfolg der Interaktion ist;
- die Funktion  $F(m, i, z)$  einen Wert für die reaktive Energie liefert,  
 $r \in \mathbb{R}$ :  $-1.0 \leq r \leq 1.0$ , die nach den Regeln aus Tabelle 2 erstellt wurde.  
(dabei wird ein Wert von 0.0 angenommen, wenn eine Regel nicht angewandt wird)

Die folgenden Regeln basieren auf Bales Beobachtungen zum Gruppenverhalten und beschreiben den Einfluss, den Gruppenmitglieder aufeinander ausüben. Die typischen Interaktionsfolgen die daraus resultieren wurden bereits in A. Guye-Vuillème (2004) erfolgreich angewandt und getestet, wobei:

- I, den Auslöser der Interaktion;
- R, den Empfänger der Interaktion;
- und  $a \in \mathbb{R}$ , eine willkürliche Höhe von Aktivierungsenergie beschreibt.

#### Allgemeine Regeln

1. Jede  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ , und erhöht die Motivation für eine weitere  $I \rightarrow R$  Interaktion um  $a/2$ .
2. Jede positive  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für jede positive  $R \rightarrow *$  Interaktion um  $a$  und erhöht die Motivation für eine weitere positive  $I \rightarrow *$  Interaktion um  $a/2$ .
3. Jede negative  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für jede negative  $R \rightarrow *$  Interaktion um  $a$  und erhöht die Motivation für eine weitere negative  $I \rightarrow *$  Interaktion um  $a/2$ .
4. Jede aufgabenorientierte  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für jede aufgabenorientierte  $R \rightarrow *$  Interaktion um  $a$  und erhöht die Motivation für eine weitere aufgabenorientierte  $I \rightarrow *$  Interaktion um  $a/2$ .

#### Regeln für sozial-emotionale Interaktionen

5. Eine erfolgreiche „Show Solidarity“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Show Solidarity“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ , vermindert die Motivation für eine „Show Antagonism“  $I \rightarrow R$  Interaktion um  $a$  und vermindert die Motivation für eine „Show Antagonism“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
6. Eine erfolgreiche „Show Tension Release“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Show Tension Release“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ , vermindert die Motivation für eine „Show Tension“  $I \rightarrow R$  Interaktion um  $a$  und vermindert die Motivation für eine „Show Tension“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
7. Eine erfolgreiche „Agree“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Agree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ , vermindert die Motivation für eine „Disagree“  $I \rightarrow R$  Interaktion um  $a$  und vermindert die Motivation für eine „Disagree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
8. Eine erfolgreiche „Show Antagonism“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Show Antagonism“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ , vermindert die Motivation für eine „Show Solidarity“  $I \rightarrow R$  Interaktion um  $a$  und vermindert die Motivation für eine „Show Solidarity“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
9. Eine erfolgreiche „Show Tension“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Show Tension“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$  und vermindert die Motivation für eine „Show Solidarity“  $I \rightarrow R$  Interaktion um  $a$ .

10. Eine nicht erfolgreiche „Show Tension“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Show Tension Release“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$  und vermindert die Motivation für eine „Show Tension Release“  $I \rightarrow R$  Interaktion um  $a/2$ .
11. Eine erfolgreiche „Disagree“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Disagree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ , vermindert die Motivation für eine „Agree“  $I \rightarrow R$  Interaktion um  $a$  und vermindert die Motivation

#### Regeln für aufgabenorientierte Interaktionen

12. Eine erfolgreiche „Ask for Orientation“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Give Orientation“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
13. Eine erfolgreiche „Ask for Opinion“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Give Opinion“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
14. Eine erfolgreiche „Ask for Suggestion“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Give Suggestion“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
15. Eine erfolgreiche „Give Orientation“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Agree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
16. Eine nicht erfolgreiche „Give Orientation“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Disagree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
17. Eine erfolgreiche „Give Opinion“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Agree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
18. Eine nicht erfolgreiche „Give Opinion“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Disagree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
19. Eine erfolgreiche „Give Suggestion“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Agree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .
20. Eine nicht erfolgreiche „Give Suggestion“  $I \rightarrow R$  Interaktion erhöht die Motivation für eine „Disagree“  $R \rightarrow I$  Interaktion um  $a$ .

Tabelle 3: Regeln für die Berechnung der reaktiven Energie (aus Guye-Vuillème, 2004)

### **Zeitlicher Verfall**

Da die Aktualität das Hauptmerkmal der reaktiven Energie ist, muss diese nach gewisser Zeit wieder nachlassen. Wird z.B. durch eine positive Interaktion der Wert für eine positive Reaktion erhöht, so muss diese Erhöhung rückgängig gemacht werden falls die Reaktion anders verläuft.

Darum tritt automatisch ein Verfall der reaktiven Energie auf, jedes Mal wenn diese zum Tragen kommt.

falls  $R_{mi} > 0$ :

für jedes $m, i$ : $R_{mi} = R_{mi} - \delta$
---

falls  $R_{mi} < 0$ :

$$\text{für jedes } m, i: \quad R_{mi} = R_{mi} + \delta$$

wobei  $\delta \in \mathbb{R}_+$ , ein globaler Parameter ist, der die Geschwindigkeit des Verfalls der reaktiven Energie beschreibt.

## **Interaktionsfolgen**

Um Interaktionsfolgen der IPA Kategorien ausgeben zu können, müssen die oben beschriebenen Energien sowie die korrespondierenden IPAs und Agenten geeignet gespeichert werden.

Die Simulation arbeitet rundenbasiert, d.h. zu Beginn einer neuen Runde werden für jeden Agenten die möglichen Interaktionen sowie mögliche Interaktionspartner berechnet.

Zuerst werden für jeden Agenten Wahrscheinlichkeiten für alle IPAs berechnet, die zu allen anderen Agenten gestartet werden könnten. Das jeweilige Maximum wird gespeichert und falls mit diesem Agenten kommuniziert werden soll, so mit diesem maximalen IPA. Allerdings nur, wenn dessen Höhe einen gewissen Schwellwert übersteigt. Die Höhe der Energie eines IPAs wird kalkuliert, indem die proaktive und reaktive Energie addiert werden.

Es kann jedoch nicht einfach die Interaktion mit dem höchsten Wert gestartet werden, da nicht jeder der anderen Agenten als möglicher Interaktionspartner in Frage kommt. Dabei muss folgendes beachtet werden:

- Befindet sich der Agent noch in keiner Konversation, so besteht die Möglichkeit eine neue zu starten,
- dabei dürfen sich mögliche Interaktionspartner auch nicht in einer anderen Kommunikation befinden.
- Selbst wenn sich der gewünschte Partner in keiner Kommunikation befindet, muss getestet werden, ob er gerade eine startet, d.h. einen anderen Agenten anspricht.
- Analog muss herausgefunden werden, ob ein fremder Agent zuvor eine Interaktion in Richtung des betrachteten Agenten gestartet hat, d.h. ob er schon von jemand anders angesprochen wurde.
- Befindet sich der Agent bereits in einer Konversation, so darf er nur dann eine Interaktion starten, wenn er „an der Reihe“ ist. Hat er bereits in der letzten Runde mit diesem Partner interagiert, so muss er diese Runde warten und die Reaktion seines Gesprächspartners abwarten, falls diese gestartet wird.

Sind alle diese Bedingungen erfüllt, so wird der nächste freie Agent ausgewählt und die Interaktion mit dem höchsten Wert für diesen Kommunikationspartner gestartet. Beim aktiven Agenten wird nun der Zähler für die letzte Aktivierung des gestarteten IPAs auf die aktuelle Rundenzahl gesetzt und die reaktive Energie aktualisiert.

Beim passiven Agenten, also dem, der die Interaktion empfängt, müssen nun ebenfalls, entsprechend der oben erläuterten Regeln, die reaktiven Energien für alle betroffenen IPAs angeglichen werden.

Ist dies für alle Agenten abgearbeitet, so wird die Rundenzahl inkrementiert und die selben Berechnungen werden für die neue Runde mit den überarbeiteten Werten gestartet.

## 10.1.2 Entwicklung der persönlichen Beziehungen

Das in 9.1.1 vorgestellte Verfahren liefert zwar eine glaubwürdige Folge von Interaktionen, macht aber keine Aussagen über die persönlichen Beziehungen und deren Entwicklungen. Die Agenten interagieren mit jedem möglichen Kommunikationspartner auf dieselbe Art und Weise. Dies kann unrealistisch wirken, da persönliche Präferenzen im Allgemeinen das Verhalten entsprechend verändern. So wird ein Agent, der mit einem anderen sehr vertraut ist und diesem gegenüber eine positive Einstellung gespeichert hat, eine andere Interaktion starten, als zu einem anderen, dem gegenüber er negativ gesinnt ist.

Gerade im Kontext des Gruppenverhaltens spielen die Entwicklungen der persönlichen Beziehungen eine große Rolle. Individuen treffen aufeinander und können intime Beziehungen zueinander entwickeln, oder aber sie entfernen sich voneinander und vermeiden gar den Kontakt. Die persönliche Beziehung beeinflusst also die Handlungen.

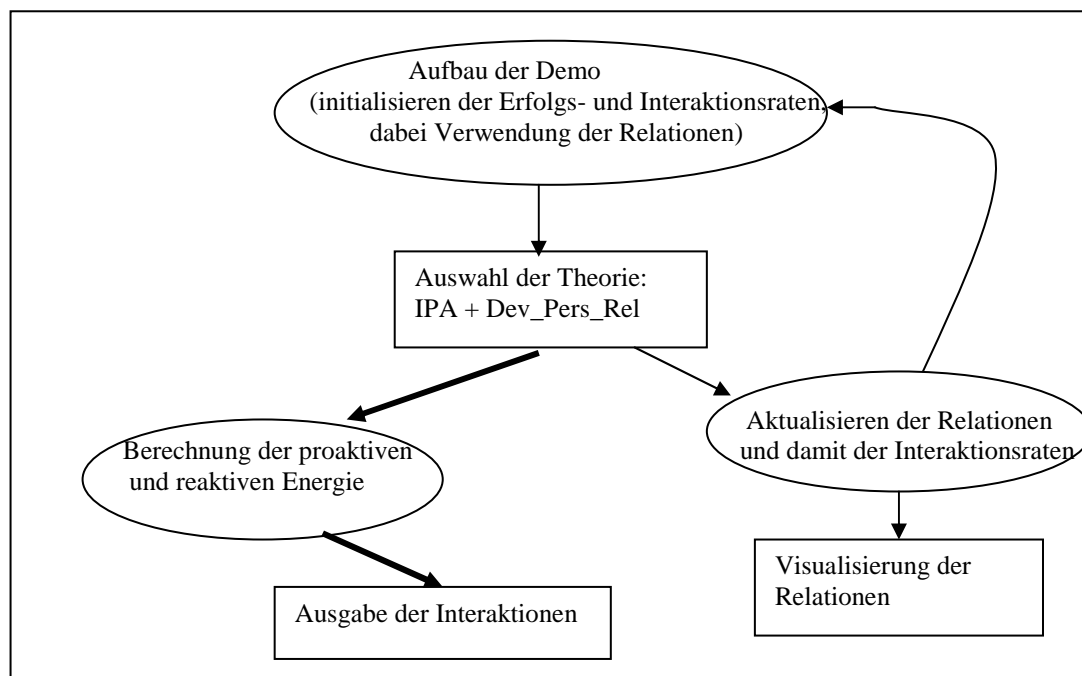


Abbildung 19: Behandelter Teilbereich des Diagramms aus Abbildung 8.

Umgekehrt beeinflusst auch jede ausgeführte Interaktion die persönliche Beziehung der beteiligten Agenten. Werden beispielsweise viele negative Interaktionen von

einem Individuum ausgeführt, so wird dies zu einer negativeren Einstellung auf Seiten des Empfängers führen. Dementsprechend führen positive Interaktionen zu einer Festigung der Beziehung.

Die Vertrautheit muss bei jeder ausgeführten Interaktion steigen, da häufige Kommunikation mit dem gleichen Partner zwangsläufig zu einem besseren „kennen“ führt, egal ob diese positiv oder negativ sind.

Im Folgenden werden diese Entwicklungen betrachtet. Dabei wird auf Änderungen in den vorher erläuterten Dimensionen der persönlichen Beziehungen (Liking, Familiarity, Trust, Commitment) eingegangen.

### **Entwicklung der Liking Dimension**

Wie bereits erläutert beschreibt der Liking Wert einer persönlichen Beziehung die emotionale Anziehung zum anderen Individuum. Nach Rubin (1973), zitiert in Guye-Vuillème (2004) sind dessen Hauptkomponenten Zuneigung und Respekt. Außerdem beinhalten die meisten Definitionen den Begriff der sozialen Nähe.

Um diese Dimension der Beziehung zu verändern, ist ein hohes Maß an Energie notwendig. Aus diesem Grund wird hier eine Wurzelfunktion angewandt, die die Entwicklung des individuellen Wertes nach einer erfolgreich ausgeführten sozial emotionalen Interaktion beschreibt.

$$L'_m = \sqrt{(L_m^2 + s\omega\zeta\lambda(1.0 - e))} \quad \text{mit } L' \in \mathbb{R}: 0.0 \leq L' \leq 1.0$$

wobei:

- $s \in \mathbb{R}: 0.0 \leq s \leq 1.0$  den Erfolg einer Interaktion darstellt;
- $\omega \in \mathbb{R}: -1.0 \leq \omega \leq 1.0$  ein vom Interaktionstyp abhängiges Gewicht darstellt;
- $\zeta \in \mathbb{R}: 0.0 \leq \zeta \leq 1.0$  einem globalen Parameter, der die Geschwindigkeit der allgemeinen Entwicklung der Beziehung beschreibt, entspricht.
- $\lambda \in \mathbb{R}: 0.0 \leq \lambda \leq 1.0$  ein globaler Parameter, der die Geschwindigkeit der Entwicklung des Liking Werts beschreibt, ist.
- $e \in \mathbb{R}: 0.0 \leq e \leq 1.0$  die emotionale Stabilität des Individuums beschreibt.
- $L \in \mathbb{R}: 0.0 \leq L \leq 1.0$  der aktuelle Liking Wert ist;

Die emotionale Stabilität des Individuums wird hier mit einbezogen weil verschiedene Individuen unterschiedlich schnell bereit sind ihre Werte der Liking Dimension zu verändern.

Das Gewicht, das von den Interaktionen abhängt, wurde in zahlreichen Testläufen untersucht. Um die Veränderungen dieses Wertes schnell sichtbar zu machen entspricht  $\omega$  in der Implementierung des Tools:

- 0.5 bei allen positiven sozial emotionalen Interaktionen;
- - 0.1 bei allen negativen sozial emotionalen Interaktionen;
- 0 sonst.

## **Entwicklung der Familiarity Dimension**

Wenn Gruppenmitglieder miteinander interagieren, lernen sie sich dabei besser kennen. Dies führt zu einer besseren Einschätzung des jeweiligen Gegenübers und erlaubt eine bessere Abstimmung der Interaktionsfolgen. Dies kommt in der Familiarity Dimension zum Ausdruck.

Es ist durchaus möglich, dass sich dieser Wert unabhängig von der Zuneigung der einzelnen Individuen entwickelt. So können z.B. Arbeitskollegen durchaus miteinander vertraut sein ohne Zuneigung oder Respekt füreinander zu empfinden.

Jede Interaktion führt zu einer Steigerung der Vertrautheit. Da empirische Grundlagen für das Ausmaß dieser Entwicklung fehlen wird hier ein lineares Wachstum angenommen.

$$F'_m = F_m + \zeta \eta \quad \text{mit } F' \in \mathbb{R}: 0.0 \leq F' \leq 1.0$$

wobei:

- $F \in \mathbb{R}: 0.0 \leq s \leq 1.0$  den aktuellen Familiarity Wert beschreibt und
- $\eta \in \mathbb{R}: 0.0 \leq \eta \leq 1.0$  einen globalen Parameter, der die Geschwindigkeit der Entwicklung des Familiarity Wertes darstellt.

## **Entwicklung der Trust Dimension**

In der Psychologie ist der Begriff des Vertrauens oft sehr vage und wird meist mit Konzepten der Zuverlässigkeit erklärt, wie z.B. dem Gefühl sich auf seinen Partner verlassen zu können, wenn es darauf ankommt, oder das Vertrauen, das in das kontinuierliche Weiterbestehen der Beziehung gesetzt wird.

Im Zusammenhang mit autonomen virtuellen Agenten wurde dieses Konzept ausführlich von Castelfranchi, 2000, zitiert in Guye-Vuillème, 2004, diskutiert.

In dieser Arbeit wird hauptsächlich auf die informelle Verlässlichkeit Bezug genommen. Diese setzt sich aus der objektiven Korrektheit und subjektiven Absicht zusammen. So wird eine Information, die zwar in positiver Absicht gegeben wurde, sich aber als falsch herausstellt, zu einem Absinken des Vertrauens auf Seiten des Empfängers führen. Den selben Effekt wird eine niedrige Erfolgsrate in einer der aufgabenorientierten Interaktionskategorien zeigen.

Die Entwicklung des Vertrauens ist von der Wahrscheinlichkeit des Interaktionserfolges abhängig, wie auch der Effekt einer Interaktion abhängig vom derzeitigen Vertrauen ist. Nach Guye-Vuillème, 2004, wird die persönliche Beziehung nicht durch eine Interaktion selbst verändert, sondern durch den Abstand des tatsächlichen Effektes der Interaktion und den Erwartungen der beteiligten Individuen.

In der Implementierung wird darum auf eine Kubikfunktion zurückgegriffen. Diese liefert niedrige Veränderungen, wenn der Erfolg einer Interaktion nahe an dem aktuellen Trust Wert liegt, dementsprechend hohe Veränderungen, wenn ein signifikanter Unterschied vorliegt. Diese Veränderungen können sowohl positiv als auch negativ sein.

$$T'_m = T_m + 4\omega\zeta\varepsilon (1.0 - e)(s - T_m)^3 \quad \text{mit } T' \in R: 0.0 \leq T' \leq 1.0$$

wobei:

- $\omega \in R: 0.0 \leq \omega \leq 1.0$  ein vom Interaktionstyp abhängiges Gewicht darstellt;
- $\varepsilon \in R: 0.0 \leq \varepsilon \leq 1.0$  ein globaler Parameter ist, der die Geschwindigkeit der Entwicklung des Trust Wertes beschreibt und
- $T \in R: 0.0 \leq T \leq 1.0$  den aktuellen Trust Wert darstellt.

Das vom Interaktionstyp abhängige Gewicht wurde wiederum in zahlreichen Testläufen verändert. Die besten Ergebnisse wurden bei folgender Implementierung erzielt:

- 0.6 bei Gives Orientation
- 0.4 bei Gives Opinion
- 0.2 bei Gives Suggestion
- 0 sonst.

### **Entwicklung der Commitment Dimension**

Diese Dimension beschreibt das Engagement, das ein Individuum aufbringt, um die betrachtete Beziehung aufrecht zu erhalten. Diese ist abhängig davon, wie die Agenten zueinander stehen.

Für die Implementierung wurde eine quadratische Funktion gewählt, die sich aus den aktuellen Werten der anderen drei Dimensionen zusammensetzt.

$$C'_m = ((L_m + F_m + T_m) / 3)^2 \quad \text{mit } C' \in R: 0.0 \leq C' \leq 1.0$$

### **Interaktionsfolgen**

Die Planung der Interaktionsfolgen verläuft analog zum Basismodell. Es wird nach wie vor der nächste mögliche Interaktionspartner gewählt und der IPA mit der höchsten Priorität gestartet. Dazu werden, wie beschrieben, die proaktive und reaktive Energie berechnet. Allerdings spielen die Dimensionen der persönlichen Beziehung nun eine Rolle. Da die proaktive Energie den Teil der gesamten Energie darstellt, der von der Persönlichkeit des Agenten und dessen inneren Einstellungen zu seinem jeweiligen Gegenüber abhängt, muss diese nun angeglichen werden.

Wird eine Aktion wahrgenommen, so werden die vier Dimensionen der persönlichen Beziehung entsprechend obiger Formeln aktualisiert. Die neu berechneten Liking-,



Familiarity-, Trust- und Commitmentwerte gehen wie in Tabelle 2 beschrieben, in die Berechnung der Interaktionsraten ein.

Diese werden am Ende der Runde entsprechend der veränderten Werte erneut berechnet. Diese überarbeiteten Interaktionsraten gehen in der nächsten Runde wiederum in die Berechnung der proaktiven Energie für jeden IPA ein.

## 10.2 Kongruitätstheorie nach Osgood und Tannenbaum

Wie bereits in 4.2 dargestellt wurde, kann zur dynamischen Emotionsmodellierung auf konsistenztheoretische Grundlagen zurückgegriffen werden.

Die Basis stellt das homöostatische Prinzip dar, welches besagt, dass eine inkonsistente Struktur immer in eine weniger inkonsistente oder sogar in eine konsistente Struktur übergeht. Entsteht eine kognitive Disharmonie, beispielsweise durch eine positive Meinung eines bisher als negativ wahrgenommenen Objekts, so wird diese auszugleichen versucht, z.B. durch Aufwertung dieses Objekts. Somit können Einstellungsänderungen durch Kommunikation der beteiligten Agenten hervorgerufen werden.

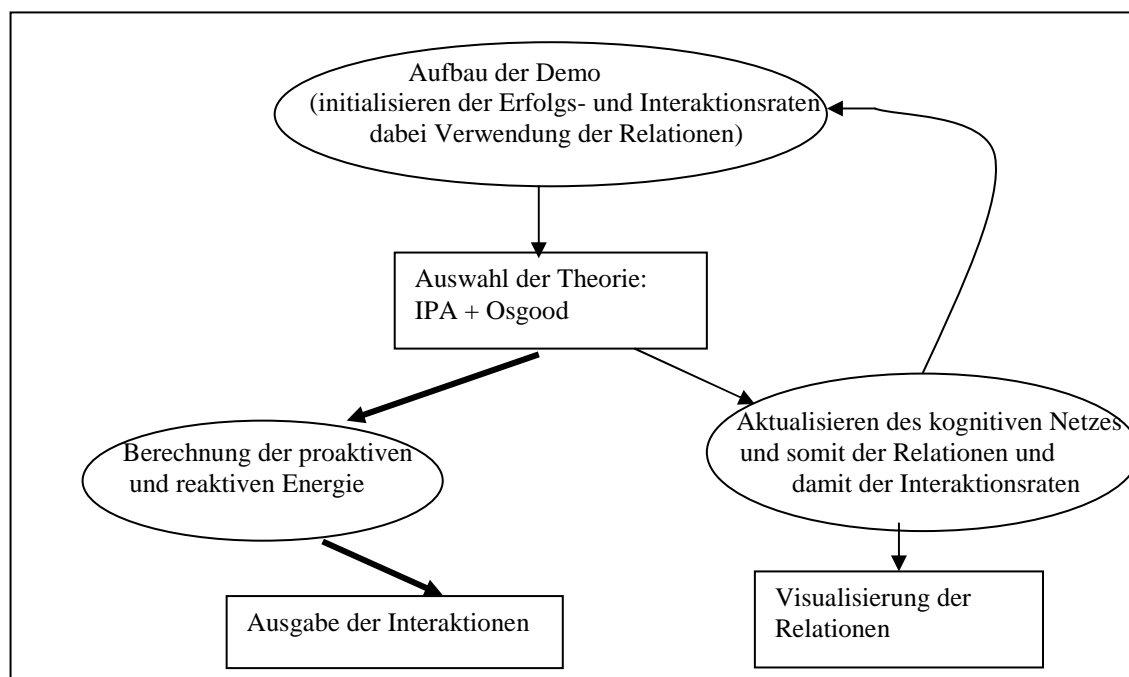


Abbildung 20: Behandelter Teilbereich des Diagramms aus Abbildung 8.

Auf Grundlage der Kongruitätstheorie von Osgood und Tannenbaum (1955) wird eine Simulationsumgebung realisiert um Einstellungsänderungen bei virtuellen Charakteren zu modellieren. Dabei stellt die Kommunikation zwischen den beteiligten Agenten die Voraussetzung für die Veränderungen in der jeweiligen Einstellung dar.

Hierfür muss ein kognitives System für jeden Agenten implementiert werden. Dieses stellt die subjektive Gruppenstruktur dar, d.h. es drückt die subjektiven Relationen

des betrachteten Agenten zu allen anderen Individuen bzw. Objekten aus. Das kognitive System kann dabei von der tatsächlichen Gruppenstruktur abweichen, da nicht jeder Agent zwangsläufig alle bestehenden Relationen kennt und gegebenenfalls Annahmen über sie treffen muss, die von den reellen Beziehungen abweichen können.

Für jeden der beteiligten Agenten wird eine solche Matrix aufgebaut. Die darin enthaltenen persönlichen Beziehungen entsprechen denen der Relationsmatrix des Gesamtsystems. Die subjektive Gruppenstruktur eines einzelnen Agenten kann vom objektiven Modell abweichen, was auf Informationsdefizite oder Verarbeitungsschwierigkeiten zurückzuführen ist.

## 10.2.1 Initialisierung

Das Einstellungsmodell des Agenten soll zu Anfang (Zeit  $T_0$ ) initialisiert werden, wobei sowohl auf dessen Einstellung gegenüber Agenten mit denen kommuniziert werden soll, als auch zu relevanten Objekten betrachtet werden muss. Der Wertebereich wird auf  $[-3;3]$  festgesetzt, wobei er in das Intervall  $[-1; 1]$  skaliert wird um den graphentheoretischen Balanceindizes gerecht zu werden.

Das kognitive System, das nun initialisiert wird, bildet sich in fünf Schritten. Als Grundlage werden die Beziehungen des betrachteten Agenten zu allen anderen Individuen bzw. Objekten verwendet. Diese müssen entweder anfangs bekannt sein oder werden gemäß den oben beschriebenen Formeln berechnet. Sie bilden die erste Zeile der Matrix und stellen die Sympathie bzw. Antipathiewerte des jeweiligen Charakters dar.

In Abbildung 21 wird beispielhaft ein kognitives System für die Agentin Resi entworfen. Die darin enthaltenen Werte entsprechen den Liking Werten der Relationsmatrix aus Abbildung 16. Da diese jedoch in einem Intervall von  $[0, 1]$  liegen wurden sie noch geeignet skaliert.

	Resi	Benno	Peter	Heidi	car	computer	dog
Resi		0.8	-0.6	0.33	0.33	0.0	-1.0
Benno							
Peter							
Heidi							
car							
computer							
dog							

Abbildung 21: Initiale Matrix mit beispielhaften Sympathiewerten der Agentin Resi zu anderen Agenten und relevanten Objekten.

Schritt 1:

Da das resultierende kognitive System konsistent sein soll, werden die Beziehungen als symmetrisch angenommen. Zur Komplettierung der Matrix werden die Werte entsprechend gesetzt, d.h. der Wert der Relation [Resi, Agent] ist gleich dem Wert [Agent, Resi].

Schritt 2:

Die Diagonalelemente der Matrix werden mit 1 initialisiert. Dies bringt zum Ausdruck, dass jeder Agent bzw. jedes Objekt mit sich selbst im Einklang steht, d.h. ein sehr positives Selbstkonzept besitzt.

Schritt 3:

Relationen von einem Objekt zu einem anderen werden als neutral, also 0, angenommen. Dies dient der Vereinfachung des Systems.

Schritt 4:

Die Relationen zwischen den übrigen Agenten und Objekten werden mittels der Theorie von Osgood und Tannenbaum berechnet. Die bereits existierenden Verbindungen eines Dreiecks werden als Berechnungsgrundlage für die fehlende Kante verwendet. So wird beispielsweise die Relation des Agenten Benno zum Objekt car aus den Bewertungen den betrachteten Agenten (Resi) zu diesen beiden ([Resi, Benno] und [Resi, car]), entsprechend des Vollständigkeitsaxioms berechnet:

$$\text{Rel [Benno, car]} = \text{Rel [Resi, Benno]} * \text{Rel [Resi, car]};$$

Schritt 5:

Die Berechnungen der fehlenden Relationen zwischen den anderen Agenten erfolgt analog zu Schritt 4.

Diese Berechnungen gewährleisten nicht nur lokale Konsistenz sondern globale. Bei den Werten für die Beziehung eines anderen Agenten zu einem Objekt, bzw. der Agenten untereinander, handelt es sich jedoch nicht um Wissen des betrachteten Agenten, sondern lediglich um Annahmen, also eine subjektive Sichtweise. Diese werden während der Konversation gegebenenfalls angepasst.

Nach diesen fünf Initialisierungsschritten ist die Matrix für den betrachteten Agenten zum Zeitpunkt T0 vollständig ausgefüllt.

Abbildung 22 zeigt das vollständig initialisierte kognitive Netz der Agentin Resi. Die Werte der ersten Zeile wurden Abbildung 21 und somit den Relationsnetzen entnommen.

Da die Agentin Resi dem Agenten Benno gegenüber positiv eingestellt ist, und keine Hunde mag, geht sie kognitiv davon aus, dass auch Benno keine Hunde mag (siehe Relation Benno – dog: - 0.8).

Da sie Benno sehr mag und Heidi ein bisschen mag, geht sie davon aus, dass die beiden sich auch ein wenig sympathisch sind (siehe Relation Benno – Heidi: 0.264).

	Resi	Benno	Peter	Heidi	car	computer	dog
Resi	1.0	0.8	-0.6	0.33	0.33	0.0	-1.0
Benno	0.8	1.0	-0.48	0.264	0.264	0.0	-0.8
Peter	-0.6	-0.48	1.0	-0.198	-0.198	0.0	0.6
Heidi	0.33	0.264	-0.198	1.0	0.109	0.0	-0.33
car	0.33	0.264	-0.198	0.109	1.0	0.0	0.0
computer	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
dog	-1.0	-0.8	0.6	-0.33	0.0	0.0	1.0

Abbildung 22: Vollständig initialisierte Matrix des Agenten Resi, anhand der 5 Schritte mit Anfangswerten der Abbildung 21.

## 10.2.2. Einstellungsänderungen

Graphentheoretisch bildet jedes kognitive System ein Netz, in dem die Relationen durch Kanten von dem jeweiligen Agenten bzw. Objekten zu dem in Beziehung gesetzten Agenten bzw. Objekten dargestellt werden. Auf diese Weise werden Dreiecke gebildet, die als Berechnungsgrundlage dienen.

Durch Kommunikation innerhalb der Gruppe werden Informationen über die subjektiven Einstellungen ausgetauscht. Diese können Inkonsistenzen in den kognitiven Relationen der beteiligten Agenten auslösen, welche gegebenenfalls angepasst werden müssen.

Beziehen sich die erhaltenen Informationen auf den Empfänger, so ändert dieser seine Einstellung aufgrund der Symmetrie, d.h. erfährt ein Agent, dass ein anderer ihm gegenüber positiv eingestellt ist, so wird er dies erwidern.

Ist der Konversationsgegenstand eine Einstellung des sendenden Agenten zu einem Objekt oder einem dritten Agenten, so kommt es zu einer Einstellungsänderung im klassischen Sinn. Die Werte werden der Theorie von Osgood und Tannenbaum entsprechend verändert:

positive Mitteilungen:

$$\Delta S = (|EO| / |S| + |EO|) * (EO - S);$$

$$\Delta EO = (|S| / |S| + |EO|) * (S - EO);$$

negative Mitteilungen:

$$\Delta S = (|EO| / |S| + |EO|) * (-S - EO);$$

$$\Delta EO = (|S| / |S| + |EO|) * (-S - EO);$$

wobei:  $|S|$  = Betrag der Bewertung des Senders;

$\Delta S$  = Änderung der Senderbewertung;

$|EO|$  = Betrag der Bewertung des Einstellungsobjekts;

$\Delta EO$  = Änderung der Objektbewertung;

Nach Schmitt (2005) lassen sich drei Fälle der Einstellungsänderungen unterscheiden:

- Bei einer positiven Nachricht eines Senders A über ein Einstellungsobjekt X (anderer Agent oder ein Objekt) berechnen sich die Änderungen der Kante so, dass anschließend die Absolutbeträge und Vorzeichen von Rel [S, A] und Rel [S, X] übereinstimmen.
- Bei einer negativen Nachricht eines Senders A über ein Einstellungsobjekt X erfolgt die Änderung so, dass die Absolutbeträge von Rel [S, A] und Rel [S, X] übereinstimmen, die Vorzeichen sind jedoch verschieden.
- Bei einer Nachricht in der sich ein Agent A neutral über ein Einstellungsobjekt X äußert, bleiben die ursprünglichen Bewertungen Rel [S, A] und Rel [S, X] erhalten.

Nach den Berechnung werden die neuen Werte für die Relationen in das kognitive System eingetragen. Die kognitiven Einstellungen und Annahmen machen sich jedoch in der Verhaltensplanung nicht bemerkbar. Darum werden die tatsächlichen Veränderungen, also diejenigen der ersten Zeile der kognitiven Matrix, in den Gesamtzustand des Systems übertragen.

Diese Theorie wird nun in die Interaktionsfolgen der IPA Theorie mit einbezogen. Dazu wird zu Beginn jeder Runde, wie bereits in 9.1.1 beschrieben, die proaktive und reaktive Energie für jeden IPA berechnet. Die daraus resultierenden Interaktionen müssen nun entsprechend der Kongruitätstheorie verarbeitet werden.

Dabei müssen alle stattgefundenen Interaktionen betrachtet werden. Im Gegensatz zur Theorie zur Entwicklung persönlicher Beziehungen können hier auch fremde Kommunikationsschritte, also solche in denen der betrachtete Agent weder Sender noch Empfänger ist, zu einer Änderung der persönlichen Beziehungen führen.

Bemerkt ein Agent beispielsweise eine negative sozial emotionale Interaktion von einem als positiv gespeicherten Agenten zu einem anderen als positiv erachteten Agenten, so wird dies eine unbalancierte Struktur in seinem kognitiven System hervorrufen. Diese wird wie oben beschrieben auszugleichen versucht.

Am Ende jeder Runde wird für alle darin stattgefundenen Interaktionen berechnet, ob sie vom betrachteten Agenten erkannt wurden. Dies ist einerseits der Fall, wenn er der Empfänger der Nachricht ist, oder aber die Interaktion umstehender Agenten beobachtet. Dazu muss die physikalische Distanz zwischen ihm und dem Sender der Interaktion einen gewissen Wert unterschreiten, welcher nach Hall (1966) 3.6 Meter beträgt (siehe Kapitel 9.3).

Für alle erkannten Interaktionen werden obige Berechnungen durchgeführt. Dabei werden die sozial emotionalen IPAs, wie in Tabelle 4 dargestellt, bewertet.

IPA	Bewertung
ShowSolidarity	3
ShowTensionRelease	2
Agree	1
Disagree	-1
ShowTension	-2
ShowAntagonism	-3

Tabelle 4: Einordnung der sozial emotionalen IPAs; wobei [-3, 3] Bewertungen von sehr negativ bis sehr positiv entsprechen.

Realisiert beispielsweise die Agentin Resi eine Show Tension Interaktion des Agenten Benno zu der Agentin Heidi, so führt dies zu einer Einstellungsänderung. Anfangs ist sie beiden Agenten gegenüber positiv eingestellt (Benno: 0.9; Heidi: 0.33) und geht darum davon aus, dass die beiden auch eine positive Einstellung zueinander haben (siehe Abbildung 22).

Durch die negative sozial emotionale Interaktion entsteht ein Ungleichgewicht in ihrem kognitiven System. Dies wird ausgeglichen, indem sich die Einstellungen zu den beiden Agenten Benno und Heidi ändern. Beide werden abgewertet. Am Ende der Runde betragen die neuen Einstellungen gemäß oben erörterter Funktionen:

$$\text{delta Benno} = (0.33 / 0.8) * (-0.8 - 0.33) = -0.46;$$

$$\text{delta Heidi} = 0.8 / (0.8 + 0.33) * (-0.8 - 0.33) = -0.8;$$

$$\text{Relation von Resi zu Benno: } 0.8 - 0.46 = 0.34$$

$$\text{Relation von Resi zu Heidi: } 0.33 - 0.8 = -0.47$$

Die daraus resultierenden Veränderungen der Likingwerte in der Relationsmatrix gehen ihrerseits wieder in die Berechnungen der Interaktionsraten ein und somit in die Neuberechnung der proaktiven Energie.

Diese dient wiederum, zusammen mit der reaktiven Energie, zu Beginn der nächsten Runde als Berechnungsgrundlage für die Folgeinteraktion.

## 10.3 Social Impact

Wie bereits in 5.1 beschrieben, sagt diese Theorie aus, dass Individuen durch die Präsenz anderer beeinflusst werden.

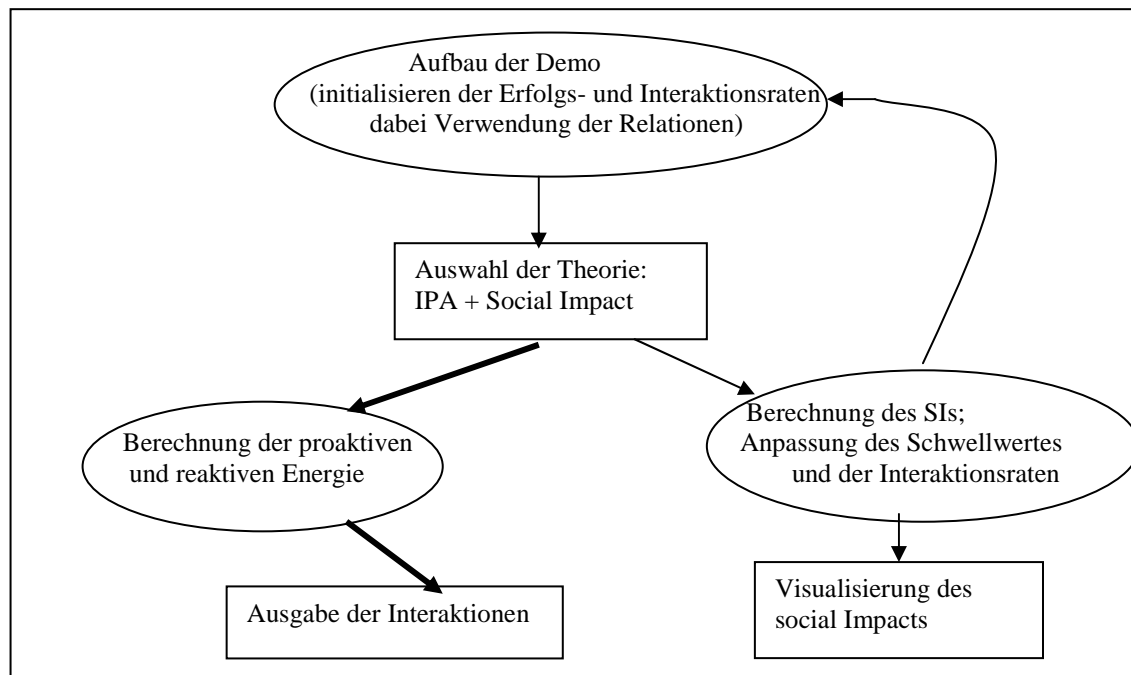


Abbildung 23: Behandelte Teilbereich des Diagramms aus Abbildung 8.

Die Beeinflussung kann sowohl im positiven (z.B. durch die Liebe anderer), als auch im negativen Sinn (Angst oder Ablehnung) auftreten. Dabei ist der gefühlte Druck von der Stärke des Stimulus abhängig.

Der soziale Druck (SI, engl. Social Impact), der von einem Individuum verspürt wird, ist von der Stärke, der Bedeutung und der Anzahl anwesender Personen abhängig. Steigt die Stärke S, die Nähe I oder die Anzahl N der Personen, so sollte auch der soziale Einfluss ansteigen.

Ein anderer Aspekt des Social Impacts ist die Verteilung der Auswirkungen. Um so stärker, emotional näherstehend und zahlreicher die Mitglieder auf Seiten des betrachteten Individuums sind, um so mehr absorbieren sie vom sozialen Einfluss der Quelle.

Zusammengefasst sagt diese Theorie aus, dass der Druck durch steigenden Stimulus auf Seiten der Quelle zu einem höheren sozialen Druck auf das Individuum und eine höhere Stärke auf Seiten des Ziels zu einer Verminderung des Drucks führt.

Diese Abhängigkeiten können also folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$SI = S \cdot I \cdot N_{\text{Quelle}} / S \cdot I \cdot N_{\text{Ziel}}^f$$

Steigt die Stärke S (Status, Macht, Möglichkeiten), die Nähe I (engl. immediacy, Betrag des Abstands zwischen Ziel und Quelle) oder die Anzahl N der Personen, so sollte auch der soziale Einfluss ansteigen.

Wird die Social Impact Theorie im Multiagententool eingesetzt, muss der soziale Einfluss für den betrachteten Agenten berechnet werden.

In Hall (1966) wird die Bedeutung von Nähe folgendermaßen beschrieben:  
*Space is one of the basic, underlying organisational systems for all living things, particularly to people.*

Hall (1966) unterscheidet vier verschiedene Distanzen, welche Verhaltensänderungen bei Individuen auslösen, wenn jemand anderes in diese Zonen eintritt. In Abbildung 24 werden diese Zonen dargestellt.

Die intime Zone (bis 45 cm) ist dabei für sehr enge Beziehungen reserviert. Die persönliche Zone (45 cm bis 1,2 Meter) erlaubt Berührungen und ist somit für private Interaktionen vorgesehen. Die soziale Zone (1,2 Meter bis 3,6 Meter) ist für übrige Interaktionen reserviert. Die öffentliche Zone beginnt ab 3,6 Metern. Diese Werte wurden für weiße Nordamerikaner gesetzt. Sie sind kulturabhängig.

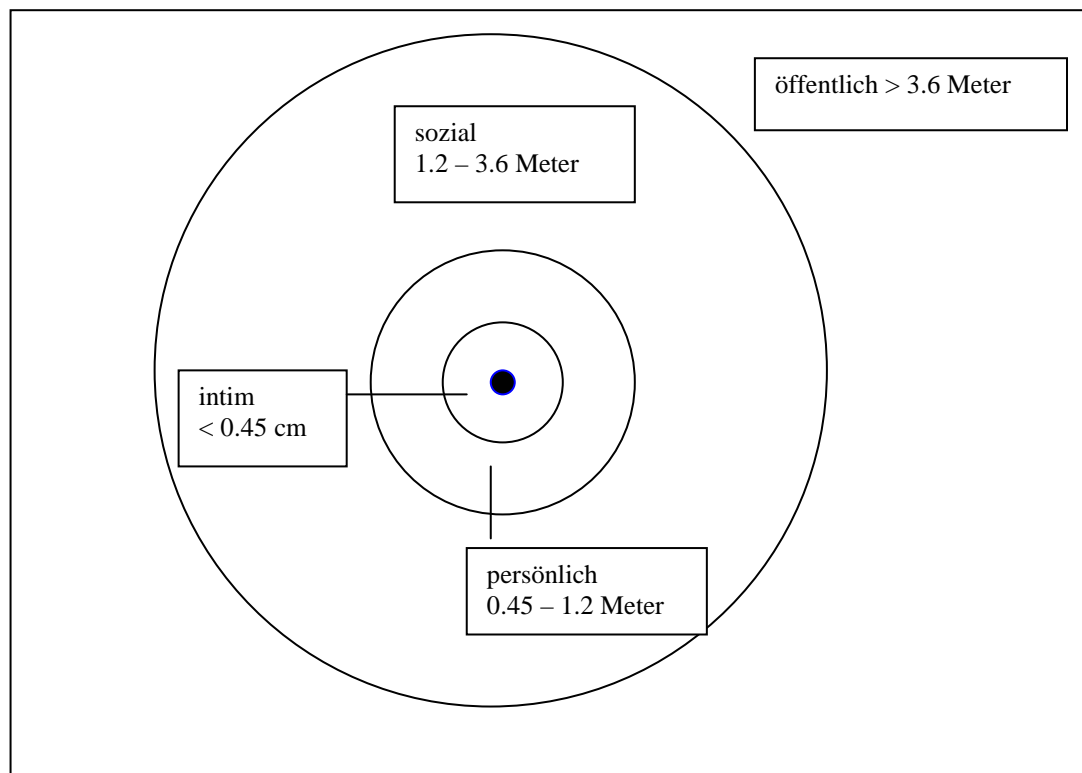


Abbildung 24: Distanzzonen für einen Agenten, nach Hall, 1966.

Befinden sich andere Agenten innerhalb der sozialen Zone des betrachteten Agenten, so werden sie in die Berechnungen mit einbezogen. Sind sie außerhalb, so werden sie nicht beachtet, da Kommunikation nur innerhalb der sozialen Zone stattfinden soll.

Nun werden diese Agenten in zwei Gruppen unterteilt, welche die Quelle, bzw. das Ziel des sozialen Drucks darstellen.

Ist der Liking Wert in der Relation zu einem Agenten kleiner als 0.5, also weniger als neutral, wird er der Gruppe der Quellen zugeordnet. Er wird den Druck, der auf den betrachteten Agenten ausgeübt wird, erhöhen.

Ein hoher Liking Wert zu einem anderen Agenten (also > 0.5) teilt diesen in die Gruppe der Ziele ein. Er wird den verspürten sozialen Druck vermindern, da der betrachtete Agent sich nach Jackson, Latané (1981) sicherer fühlen wird.

Der soziale Status der Agenten spielt ebenfalls eine Rolle in der Berechnung des sozialen Drucks. Für jede der beschriebenen Gruppen wird nun ein Mittelwert der sich darin befindenden Agenten berechnet. Sind beispielsweise die Agenten, die sich in der Quellgruppe befinden, sozial wesentlich stärker als die Agenten der Zielgruppe, so wird der Druck den sie ausüben wesentlich höher sein, als das Maß des Drucks, der durch die Agenten der Zielgruppe abgefangen wird.

Für die einzelnen physikalischen Nähen wird ebenfalls ein Mittelwert für die beiden Gruppen berechnet. Befinden sich z.B. die Agenten der Quelle in der persönlichen oder gar in der intimen Zone, so wird dies den ausgeübten sozialen Druck erhöhen.

Sind die Agenten der Zielgruppe wesentlich näher, wird sich der Druck verringern. So wird beispielsweise ein Individuum, das direkt neben seinem Partner steht, weniger sozialen Druck empfinden.



Der Druck, den der betrachtete Agent verspürt, wird berechnet indem der Mittelwert der sozialen Status mit der mittleren Nähe und der Anzahl der Agenten der Zielgruppe multipliziert, und durch den Mittelwert der Status der Quellgruppe multipliziert mit deren mittlerer Nähe und Anzahl, geteilt wird.

Wird der soziale Druck der Agentin Resi berechnet, so befinden sich laut Relationsnetz der vorangegangenen Beispiele drei Agenten in der Zielgruppe (Resi, Benno, Heidi) und ein Agent in der Quellgruppe (Peter). Der empfundene soziale Druck wird also nicht sehr hoch sein, da dieser auf mehrere Agenten aufgeteilt wird. Der genaue Wert hängt jedoch von den genauen Positionen der beteiligten Agenten ab. Befinden sich beispielsweise die Agenten Benno und Peter so weit weg, dass sich nicht mehr mit in die Berechnungen einfließen, ist Peter aber dafür sehr nahe, so wird der Druck dementsprechend steigen.

In einem Testszenario wurden die genauen Werte des sozialen Drucks berechnet, der auf die Agenten einwirkt. Darin befinden sich fünf Agenten (Resi, Benno, Heidi, Peter, Otto), deren persönliche Beziehungen zueinander variieren. Die Agentin Resi wird als betrachteter Agent verwendet, d.h. es sind jeweils vier andere Agenten in ihrem Umfeld, die ihren sozialen Druck verändern.

Die Likingwerte wurden jeweils angepasst, damit sich das Verhältnis von Quell- und Zielgruppe ändert. Um zu viele einwirkende Parameter zu vermeiden, wurde der soziale Status aller Agenten auf 0.5 gesetzt.

Die Zielgruppe beinhaltet immer mindestens einen Agenten, da sich jeder Agent selbst zu den Zielen zuordnet.

Befinden sich immer alle Agenten innerhalb der sozialen Zone, so ergibt sich immer der selbe soziale Druck auf den betrachteten Agenten. Aus diesem Grund wurden im beschriebenen Testszenario für einen Testlauf die Distanzen entsprechend gesetzt. Dies liefert einen Standardwert (siehe Tabelle 5, untere Zeile)

Variieren die Distanzen, so verändert sich auch der soziale Druck. In Tabelle 5 werden für diesen Fall zehn Werte, zu zehn unterschiedlichen Zeitpunkten beispielhaft aufgeführt.

		Quellgruppe: 0 Zielgruppe: 5	Quellgruppe: 1 Zielgruppe: 4	Quellgruppe: 2 Zielgruppe: 3	Quellgruppe: 3 Zielgruppe: 2	Quellgruppe: 4 Zielgruppe: 1
SI (variable Distanzen)	T1	0	0.21	2	5.5	5.5
	T2	0	2	0	2.3	12
	T3	0	0,5	0.33	7.1	9.7
	T4	0	0	7	18	34
	T5	0	2.4	1	1.5	5
	T6	0	0.35	0.33	0.9	1
	T7	0	0.86	4.2	5.5	21
	T8	0	0.5	0.33	7.1	24
	T9	0	0.2	2	2.3	12
	T10	0	0.21	0	1.5	21
SI (soziale Zone)		0	0.29	0.8	2.1	15.3

Tabelle 5: Verspürter sozialer Druck eines Agenten, in Abhängigkeit anderer anwesender Agenten.

Zahlreiche Testläufe, wie in Tabelle 5 dargestellt, wurden durchgeführt. Der verspürte soziale Druck wurde in vier Stufen unterteilt. Diese Unterteilung wurde auf Grund der Auswertungen der Tests wie folgt gewählt:

- niedrig: Social Impact  $< 0.2$ ;
- mittel:  $0.2 \leq \text{Social Impact} < 0.8$ ;
- hoch:  $0.8 \leq \text{Social Impact} < 6$ ;
- sehr hoch:  $6 \leq \text{Social Impact}$ ;

Um eine Folge von Interaktionen auszugeben werden wie in 9.1.1 beschrieben, die reaktiven und proaktiven Energien für jeden IPA berechnet.

Der soziale Druck beeinflusst die Auswahl des nächsten IPA ebenfalls. Er wird zu Beginn jeder Runde für jeden Agenten neu berechnet.

In Williams, Harkins und Latané (1981), beschrieben in Jackson (1987) wird die Produktivität von Arbeitern analysiert. Da im Verhältnis viele Arbeiter gegenüber wenigen Arbeitnehmern stehen, kann ein Verstecken in der Menge beobachtet werden. In einem solchen Verhältnis ist die Produktivität pro Arbeitnehmer relativ gering. Durch häufigere Kontrollen und die Anwesenheit der Arbeitgeber kann diese jedoch gesteigert werden.

Auf Grund dieser Ergebnisse wurde entschieden, den Schwellwert (um zu interagieren) bei einem niedrigen sozialen Druck zu erhöhen. Die Agenten verstecken sich ebenfalls in der Menge und warten eher darauf eine Interaktion eines anderen zu empfangen.

Die Werte der aufgabenorientierten IPAs werden hier ebenfalls verringert, da das Starten einer neuen Aufgabe wiederum eher von anderen erwartet wird.

Übersteigt der soziale Druck einen Wert von 0.2, so wird dieser als Druck wahrgenommen. In Anlehnung an die Arbeiterproduktivität wird hier der Drang nach Konversation erhöht. Je höher der soziale Druck ist, um so niedriger wird der Schwellwert eine Interaktion zu starten. Die Raten für aufgabenorientierte IPAs steigen ebenfalls proportional zu dem sozialen Druck. Die Höhe dieses Anstiegs hängt von der Stufe ab, in den der soziale Druck für den betrachteten Agenten eingeteilt ist.

## 10.4 Self Attention

Wie bereits in 5.2 beschrieben, gibt es in der Theorie der Selbstaufmerksamkeit drei Voraussetzungen:

- selbstbezogene Aufmerksamkeit
- einen bedeutenden Verhaltensstandard und
- ausreichend gute Erwartungen an das Ergebnis

Selbstaufmerksamkeit resultiert aus dem Prozess, wenn man selbst in den Fokus der eigenen Aufmerksamkeit gerät, oder sich seiner selbst bewusst wird. Dies kann mittels des Other-Total-Ratio berechnet werden, welcher die Anzahl der Personen der fremden Subgruppe geteilt durch die Anzahl der Leute der fremden Subgruppe plus die Anzahl der Personen in der eigenen Subgruppe, beschreibt.

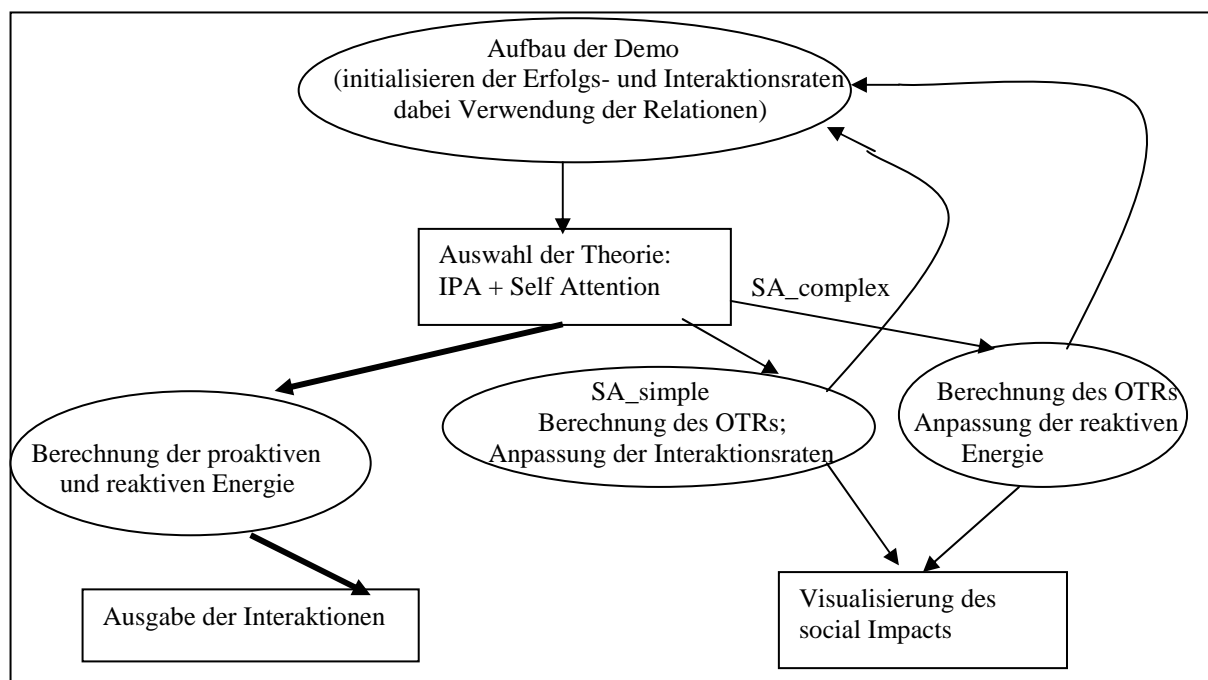


Abbildung 25: Behandelter Teilbereich des Diagramms aus Abbildung 8.

Der Other-Total-Ratio wird in jeder Runde für jeden Agenten berechnet. Dazu werden zuerst die Distanzen zu allen anderen sich in der Szene befindenden Agenten benötigt. Wie bereits in 9.3 beschrieben, wird hierfür ein Zufallswert gesetzt.

Die in Abbildung 25 dargestellten Zonen von Hall (1966) werden wiederum als Kriterium für die Auswahl der Agenten benutzt. Befindet sich ein Agent innerhalb der sozialen Zone des betrachteten Agenten, wird er in die Berechnung miteinbezogen. Anhand der Likingwerte der Relationsmatrix werden die Agenten in die beiden Gruppen „eigene Subgruppe“ (Wert  $\geq 0.5$ ) und „andere Subgruppe“ (Wert  $< 0.5$ ) eingeteilt.

Wird der Other-Total-Ratio der Agentin Resi berechnet, so befinden sich laut Relationsnetz der vorangegangenen Beispiele drei Agenten in der eigenen Subgruppe (Resi, Benno, Heidi) und ein Agent in der Subgruppe der anderen (Peter). Die empfundene Selbstaufmerksamkeit wird also nicht zu hoch sein. Der genaue Wert hängt jedoch noch von den genauen Positionen der beteiligten Agenten ab.

Im in 9.3 beschriebenen Testszenario wurde ebenfalls der Other-Total-Ratio für einen Agenten berechnet. Die Likingwerte wurden wieder so angepasst, dass sich das Verhältnis von eigener und fremder Gruppe ändert. Die eigene Gruppe beinhaltet immer mindestens einen Agenten, den betrachteten Agenten.

Befinden sich immer alle Agenten innerhalb der sozialen Zone, so ergibt sich immer der selbe Other-Total-Ratio für den betrachteten Agenten. Aus diesem Grund wurden im beschriebenen Testszenario für einen Testlauf die Distanzen entsprechend gesetzt. Dies liefert einen Standardwert (siehe Tabelle 6, untere Zeile).

Variieren die Distanzen, so verändert sich auch der soziale Druck. In Tabelle 5 werden für diesen Fall zehn Werte zu zehn unterschiedlichen Zeitpunkten beispielhaft aufgeführt.

		fremde Gruppe: 0 eigene Gruppe: 5	fremde Gruppe: 1 eigene Gruppe: 4	fremde Gruppe: 2 eigene Gruppe: 3	fremde Gruppe: 3 eigene Gruppe: 2	fremde Gruppe: 4 eigene Gruppe: 1
OTR (variable Distanzen)	T1	0	0.5	0.5	0.6	0.75
	T2	0	0.2	0	0.5	0.66
	T3	0	0	0.33	0.75	0.5
	T4	0	0.33	0.5	0.33	0.8
	T5	0	0	0.5	0	0.75
	T6	0	0.33	0.5	0.5	0.8
	T7	0	0.33	0.5	0.75	0
	T8	0	0	0	0.5	0.66
	T9	0	0.2	0.5	0.6	0.5
	T10	0	0.2	0.33	0.5	0.8
OTR (soziale Zone)		0	0.2	0.4	0.6	0.8

Tabelle 6: Other Total Ratio eines Agenten, in Abhängigkeit anderer anwesender Agenten.

Der Other Total Ratio wird in beiden Versionen der Self Attention Theorie berechnet. Seine Auswirkungen variieren allerdings.

Er wird ebenfalls in vier Stufen eingeteilt. Diese resultieren aus den Auswertungen der Testläufe. Folgende Unterteilung erschien sinnvoll:

- niedrig: Other Total Ratio < 0.2;
- mittel:  $0.2 \leq \text{Other Total Ratio} < 0.5$ ;
- hoch:  $0.5 \leq \text{Other Total Ratio} < 0.75$ ;
- sehr hoch:  $0.75 \leq \text{Other Total Ratio}$ ;

Verhaltensstandards beschreiben angemessenes Verhalten.

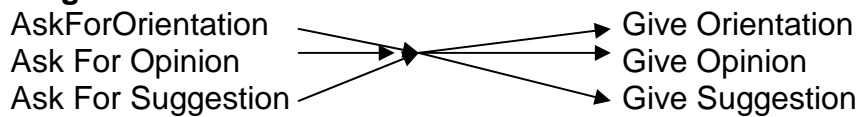
Wird der vereinfachte Teil der Theorie (SA\_simple) angewandt, so werden in Verbindung mit der IPA Theorie alle sozial-emotionalen Interaktionen der positiven Kategorie als Standards angesehen. Allgemein wird in der Öffentlichkeit erwartet, freundlich zu sein und nicht durch extremes Benehmen aufzufallen.

Ist der OTR kleiner als 0.2 ist die Selbstaufmerksamkeit so gering, dass von den Verhaltensstandards abgewichen werden kann. Die Werte der positiven sozial-emotionalen IPAs werden hier heruntersetzt.

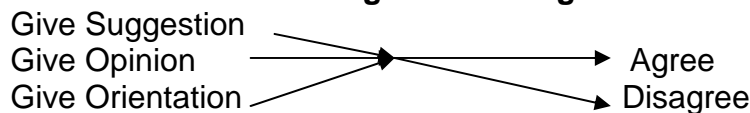
Ab einem Wert von 0.2 gerät der Agent in den Fokus seiner Aufmerksamkeit. Um so höher der Other-Total-Ratio ab hier steigt, um so stärker wird der Wille zur Selbstregulation. Die Werte der positiven sozial-emotionalen IPAs steigen mit der Stufe des errechneten OTRs proportional an.

Wird der erweiterte Teil der Self Attention Theorie (SA\_complex) angewandt, so werden folgende Tendenzen als Verhaltensstandards angesehen:

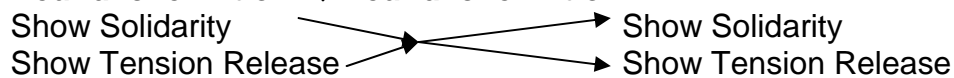
**I. Fragen → Antworten**



**II. Antwort → Zustimmung / Ablehnung**



**III. freundliche Aktion → freundliche Aktion**



**IV. unfreundliche Aktion → unfreundliche Aktion**



Diese Verhaltensstandards werden bei entsprechender vorangegangener Interaktion erhöht, d.h. beim Empfänger einer Aktion müssen die reaktiven Energien aktualisiert werden. Dabei werden die beschriebenen vier Stufen als Parameter für die Stärke der Erhöhungen angesehen.

Die ausgegebenen Interaktionsfolgen entsprechen den Berechnungen der IPA Theorie. Im Fall der einfachen Version wird die proaktive Energie durch die aktualisierten Interaktionsraten beeinflusst, im komplexen Fall wird die reaktive Energie des Empfängers direkt verändert.

## 10.5 Verbindung der Theorien

Folgende sozialpsychologischen Theorien wurden in das Verhaltensplanungstool zur Steuerung virtueller Agenten eingebunden:

- IPA Theorie
- Entwicklung persönlicher Beziehungen
- Konguitätstheorie
- Social Impact
- Self Attention

Die IPA Theorie dient hierbei als Grundlage. Sie kann nicht deaktiviert werden, da sie als einzige auf die Aktionen der Agenten eingeht. Die übrigen Theorien betrachten jeweils unterschiedliche Aspekte des Gruppenverhaltens und liefern zusätzliche Werte. Diese können die durch die IPA Theorie ausgewählten Interaktionen beeinflussen, jedoch nicht ersetzen.

Für alle beteiligten Agenten wird also zu jeder Zeit die proaktive und reaktive Energie für jeden IPA berechnet. Die daraus resultierenden Interaktionsfolgen werden als Verhaltenssteuerung der virtuellen Agenten ausgegeben.

Alle übrigen Theorien können nun beliebig zugeschaltet werden und verändern die Interaktionsfolgen wie in 9.1.2 bis 9.4 beschrieben.

Folgende Kombinationen der Theorien können ebenfalls aktiviert werden, bzw. sind sinnvoll:

### Entwicklung persönlicher Beziehungen mit der Kongruitätstheorie

Die möglichen IPAs werden entsprechend des statistischen Teils der IPA Theorie berechnet. Wird eine Aktion empfangen, so werden gemäß der Theorie zur Entwicklung persönlicher Beziehungen die Werte der Relationen der beiden beteiligten Agenten neu berechnet. Die möglicherweise veränderten liking-, familiarity-, trust- und commitment-Werte gehen nun in die Berechnung der neuen Interaktionsraten ein, die wiederum einen Teil der proaktiven Energie darstellen.

Durch die Kongruitätstheorie werden am Ende jeder Runde die liking Werte zusätzlich aktualisiert. Diese müssen sich allerdings nicht wie bei der Theorie zur Entwicklung persönlicher Beziehungen auf die beteiligten Agenten beschränken. Interaktionen physikalisch nahestehender Agenten können ebenfalls zu Veränderungen führen.

Die Energien werden nach jeder Runde aktualisiert und liefern die Grundlage zur Berechnung des nächsten IPAs.

### Entwicklung persönlicher Beziehungen mit Social Impact

Durch empfangene Interaktionen werden die Werte der persönlichen Beziehung der beiden kommunizierenden Agenten nach der Theorie zur Entwicklung persönlicher Beziehungen aktualisiert. Sie bilden die Berechnungsgrundlage für die folgenden Interaktionsraten. Die Werte für alle IPAs werden nun zusätzlich, je nach Höhe des errechneten sozialen Drucks, für jeden Agenten nochmals aktualisiert. Abhängig von dem sozialen Druck wird der Schwellwert, der zum Starten einer neuen Interaktion überschritten werden muss, herauf- oder herabgesetzt.

### Entwicklung persönlicher Beziehungen mit Self Attention

Wie im vorangegangenen Teil werden die Werte der persönlichen Beziehung der beteiligten Agenten neu berechnet. Diese verändern die Raten und somit den Gesamtwert der IPAs. Der Other Total Ratio wird für den betrachteten Agenten berechnet und abhängig von seiner Höhe, die Werte der positiven sozial-emotionalen IPAs angeglichen.

### Kongruitätstheorie mit Social Impact

Zu Beginn jeder Runde wird der aktuelle soziale Druck, der auf den betrachteten Agenten einwirkt, berechnet. Abhängig von seiner Höhe wird der Schwellwert für folgende Interaktionen sowie die Höhe für aufgabenorientierte IPAs und den IPA „Show Tension“ angepasst.

Am Ende der Runde wird für alle empfangenen Interaktionen sowie Interaktionen umstehender Agenten die Balance des betrachteten Agenten gemäß der Kongruitätstheorie wiederhergestellt. Die daraus resultierenden Änderungen der liking Werte gehen zu Beginn der nächsten Runde in die Berechnungen für die Folgeinteraktion ein.

### Kongruitätstheorie mit Self Attention

Zu Beginn der Runde wird der Other-Total-Ratio für jeden Agenten berechnet. Abhängig von seinem Wert werden die Wahrscheinlichkeiten für alle positiven sozial emotionalen IPAs erhöht bzw. verringert. Es erfolgt evtl. eine Anpassung an Verhaltensstandards.

Am Ende der Runde werden die liking-Werte des betrachteten Agenten gemäß der Kongruitätstheorie angepasst. Die geschieht, wenn eine Interaktion empfangen oder von umstehenden Agenten mitbekommen wird. Diese Änderungen gehen wiederum zu Beginn der nächsten Runde in die Berechnungen der Interaktionsraten ein.

### Entwicklung persönlicher Beziehungen mit Kongruitätstheorie und Social Impact

Der soziale Druck des betrachteten Agenten wird berechnet. Die Interaktionsraten werden gemäß der statistischen Variante der IPA Theorie kalkuliert. Je nach Höhe des sozialen Drucks wird der Schwellwert für die nächste Interaktion verändert und die aufgabenorientierten IPAs sowie „Show Tension“ entsprechend angepasst.

Wird eine Interaktion empfangen, so wird die Relation von dem empfangenden Agenten zu dem Sender gemäß der Theorie zur Entwicklung persönlicher Beziehungen aktualisiert. Die evtl. veränderten liking-, familiarity-, trust- und commitment-Werte werden gespeichert.

Am Ende der Runde werden die liking-Werte nochmals gemäß der Kongruitätstheorie von Osgood und Tannenbaum aktualisiert. Hier werden, wie bereits beschrieben, nicht nur eigene Interaktionen berücksichtigt, sondern auch solche, die von einem anderen Agenten zu einem anderen Agenten ausgeführt werden, die sich innerhalb der sozialen Zone des betrachteten Agenten befinden.

Die Kombination der neu berechneten Relationen geht nun zu Beginn der nächsten Runde in die Berechnung der Interaktionsraten ein, die wiederum die proaktive Energie und somit den Gesamtwert des IPAs beeinflussen. Diese werden nun wieder abhängig vom neu berechneten sozialen Druck angepasst.

### Entwicklung persönlicher Beziehungen mit Kongruitätstheorie und Self Attention

Der Other Total Ratio wird zu Beginn der Runde gemäß der Self Attention Theorie berechnet. Abhängig von seiner Höhe werden die Werte für die IPAs, die nach der statistischen Variante der IPA Theorie berechnet wurden, angepasst. Dies betrifft die sozial-emotionalen IPAs der positiven Kategorie.

Beim Empfangen einer Interaktion wird nach der Theorie zur Entwicklung persönlicher Beziehungen die Relation des empfangenden Agenten zu dem Sender aktualisiert.

Die liking-Werte werden nochmals gemäß der Kongruitätstheorie angepasst. Dies geschieht, wenn entweder eine empfangene Interaktion oder eine Interaktion umstehender Agenten zu einem Ungleichgewicht im kognitiven Netz des betrachteten Agenten führt.

Die neu berechneten Relationen beeinflussen zu Beginn der nächsten Runde wiederum die Interaktionsraten, die zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit des nächsten IPAs verwendet werden.

Der neu berechnete Other Total Ratio verändert dann wieder die Werte der positiven sozial-emotionalen IPAs.

Alle der beschriebenen Kombinationen der sozialpsychologischen Theorien können nun zur Verhaltensplanung der virtuellen Agenten herangezogen werden. Dabei sind alle möglichen Verbindungen sinnvoll, außer denjenigen, worin sowohl die Social Impact Theorie als auch die Self Attention Theorie eingebunden wären.

Eine solche Kombination wäre durchaus implementierbar. Der soziale Druck würde den Schwellwert verändern und die aufgabenorientierten IPAs beeinflussen, während der Other Total Ratio die positiven sozial-emotionalen IPAs verändern würde.

Dies würde jedoch logisch keinen Sinn ergeben. Steigt der soziale Druck, so steigt auch der Other Total Ratio und umgekehrt. Eine gleichzeitige Anpassung an Verhaltensstandards, also der Drang freundlich zu sein, und eine Erhöhung der aufgabenorientierten Kategorien sowie einer Herabsetzung des Schwellwerts erscheinen widersprüchlich. Aus diesem Grund wird auf eine Verbindung der beiden Theorien verzichtet. Das Zuschalten einer der anderen Theorien würde an dem genannten Widerspruch nichts ändern. Darum werden auch weitere Kombinationen dieser Art nicht weiter verfolgt.



# 11. Benutzeroberfläche

Das implementierte Tool zur Verhaltenssteuerung virtueller Agenten kann zwar an unterschiedliche Applikationen angebunden, aber auch als selbstständiges System verwendet werden. Aus diesem Grund wurde eine grafische Benutzeroberfläche gestaltet, die dem Anwender einfaches Laden von Agenten erlaubt, sowie aufschlussreiche Informationen zu den implementierten sozialpsychologischen Theorien liefert.

Die Oberfläche soll in diesem Kapitel vorgestellt werden. Hierbei wird lediglich auf deren Funktionalität eingegangen. Ein detailliertes Beispiel zur Verdeutlichung und Erklärung der ausgegebenen Werte wird im folgenden Kapitel aufgeführt.

Beim Starten des Systems ist dem Benutzer freigestellt, welche Agenten in dem System verwendet werden sollen. Abbildung 26 zeigt den ersten Dialog der GUI. Die dargestellte Auswahl bietet drei Möglichkeiten:

- Standardagenten
- Standardagenten und eigene Agenten
- nur eigene Agenten

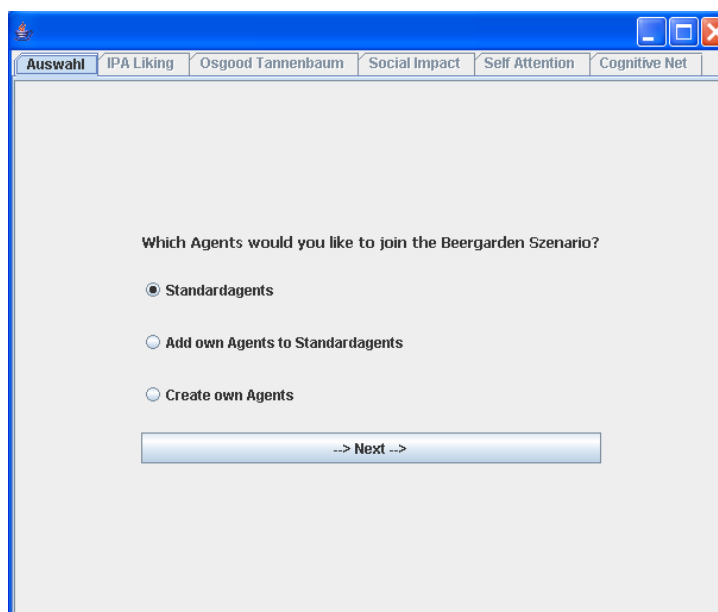


Abbildung 26: Erster Dialog der Benutzeroberfläche.

Sind die Standardagenten angewählt, so werden die in der XML Datei definierten Agenten und Objekte geladen. In unserem Beispiel sind das fünf Agenten (Resi, Benno, Otto, Peter und Heidi) sowie fünf Objekte (Auto, Computer, Blume, Hund und Musik). Eine weitere XML Datei mit persönlichen Beziehungen der Agenten untereinander und deren Einstellungen zu den Standardobjekten wird bereitgestellt und ebenfalls eingelesen (vgl. 9.3).

Wird eine der anderen Möglichkeiten ausgewählt, so kann der Benutzer eigene Agenten definieren. Diese werden (je nach Auswahl) entweder den Standardagenten zugefügt oder alleine in das System geladen.

Abbildung 27 zeigt den Dialog, der dazu auf der Benutzeroberfläche angezeigt wird. Die Attribute des Agenten (vgl. 9.1) können vom Benutzer frei definiert werden. Die vier Dimensionen der Persönlichkeit entsprechen dem Big Five Modell und können über die angezeigten Leisten eingestellt werden. Die so definierten Werte liegen dabei in einem Intervall von [0, 1]. Natürlich steht es dem Benutzer frei, statt dessen direkt die XML Datei zu manipulieren. Das Eingeben über die Oberfläche erlaubt jedoch schnelles Definieren und Zufügen von einzelnen Agenten zu Testzwecken.

Abbildung 27: Definition eines eigenen Agenten.

Sind alle Attribute spezifiziert, so stehen wiederum drei Möglichkeiten zur Auswahl:

- noch einen Agenten hinzufügen
- eine persönliche Beziehung hinzufügen
- weiter zur Auswahl der sozial psychologischen Theorien

Der Benutzer kann durch wiederholte Wahl der ersten Möglichkeit beliebig viele eigene Agenten definieren und dem System hinzufügen.

Wird die zweite Möglichkeit gewählt, so erscheint der Dialog aus Abbildung 28. Möchte der Benutzer weder einen neuen Agenten noch eine persönliche Beziehung spezifizieren, so wird der Teil der persönlichen Beziehungen übersprungen und direkt zu dem Dialog aus Abbildung 29 gesprungen.

Wie in Abbildung 28 dargestellt, kann der Benutzer auswählen zwischen welchen Agenten er eine persönliche Beziehung definieren möchte. Die beteiligten Agenten stehen dazu in einer Auswahl-Box zur Verfügung. Selbst definierte Agenten sind darin schon enthalten. Die vier Dimensionen der Beziehungen (vgl. 9.2) werden wiederum über Leisten eingestellt und liegen automatisch in einem Intervall von [0,1].

Which Relation do you want to add?

From:

To:

Liking:

Familiarity:

Trust:

Commitm...:

Abbildung 28: Definition einer persönlichen Beziehung.

Durch die Wahl „neue Relation hinzufügen“ können auf die selbe Art und Weise mehrere persönliche Beziehungen definiert werden.

Werden nicht alle möglichen Kombinationen spezifiziert, so werden die vorher festgelegten Beziehungen aus der XML Datei verwendet. Ist diese unvollständig (immer dann, wenn ein neu definierter Agent beteiligt ist), so wird eine neue persönliche Beziehung berechnet (vgl. 9.2).

Please choose Social Group Behavior

- ☒ IPA Energy
- ☐ IPA Liking Development
- ☐ Osgood/Tannenbaum
- ☐ Social Impact
- ☐ Self Attention Simple
- ☐ Self Attention Complexe

Abbildung 29: Auswahl der sozial psychologischen Theorien.

Wie bereits in 9.2 beschrieben, werden fehlenden Einstellungen von Agenten zu Objekten mit einem neutralen Wert belegt.

Sollen keine weiteren Agenten oder persönliche Beziehungen mehr zugefügt werden, so erscheint die Auswahl aus Abbildung 29. Die in 10.1 bis 10.5 beschriebenen Theorien bzw. Verbindungen zwischen ihnen können nun ausgewählt werden.

Durch betätigen des Knopfes „nächste 10 Interaktionen“ werden für 10 Runden alle stattfindenden Interaktionen berechnet. Diese werden in einem Textfeld unter der Auswahl ausgegeben.

Je nach ausgewählten Theorien werden die entsprechenden Panels aktiv. Sie zeigen zusätzliche Informationen an.

Abbildung 30 zeigt beispielhaft die Auswahl der Theorien „IPA Liking Development“ und „Self Attention Simple“, mit den ausgegebenen Interaktionen. Die Tabs „IPA Liking“ und „Self Attention“ sind nun markiert und können vom Benutzer betrachtet werden.

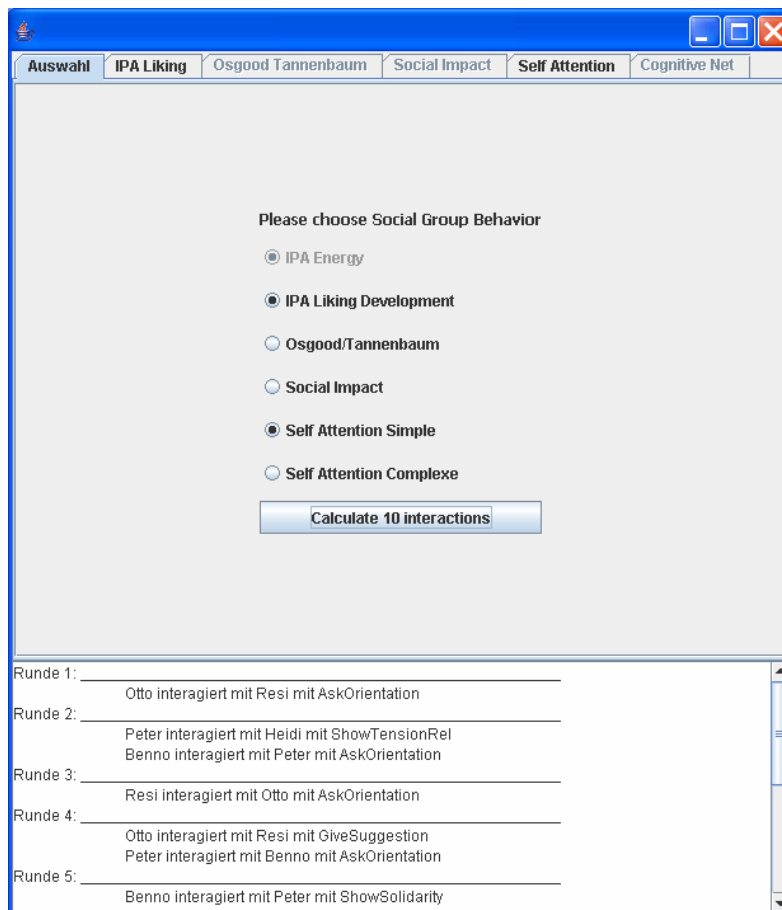


Abbildung 30: Ausgabe von 10 Runden mit Interaktionen, dabei sind „IPA Liking Development“ und „Self Attention Simple“ ausgewählt. Die entsprechenden Tabs sind aktiv.

Die zusätzlich, je nach ausgewählter Theorie, freigegebenen Tabs werden im Folgenden erläutert:

#### 1. IPA Liking:

Wird die Theorie „IPA Liking Development“ zugeschaltet entwickeln sich die persönlichen Beziehungen wie in 10.1.2 beschrieben.

In Abbildung 31 ist dieser Tab dargestellt. Die persönlichen Beziehungen eines Agenten werden hier angezeigt. Der Benutzer kann sich diesen beliebig auswählen. In der dafür vorgesehenen Auswahl-Box befinden sich alle geladenen Agenten.

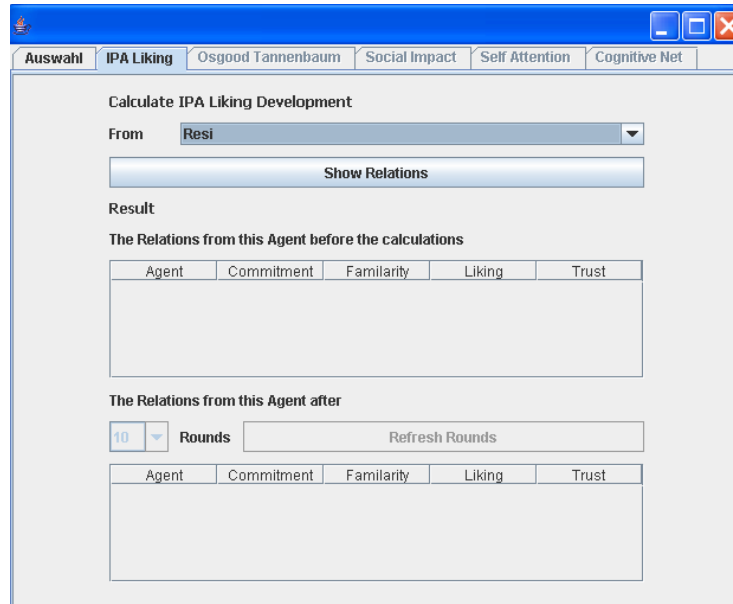


Abbildung 31: IPA Liking Tab.

Durch betätigen des „Show Relations“ Knopfes werden die Werte aller vier Dimensionen der persönlichen Beziehung zu allen anderen Agenten angezeigt. Die obere Tabelle zeigt die Startrelationen, also diejenigen, die vor der ersten Runde aktuell waren. In der unteren Tabelle werden die Relationen des betrachteten Agenten nach der 10ten Runde angezeigt.

Möchte der Benutzer den Verlauf dieser Veränderungen genauer beobachten, so kann er, durch Eingabe der gewünschten Rundenzahl und Drücken des „Refresh“ Knopfes, die persönlichen Beziehungen nach der angegebenen Runde betrachten.

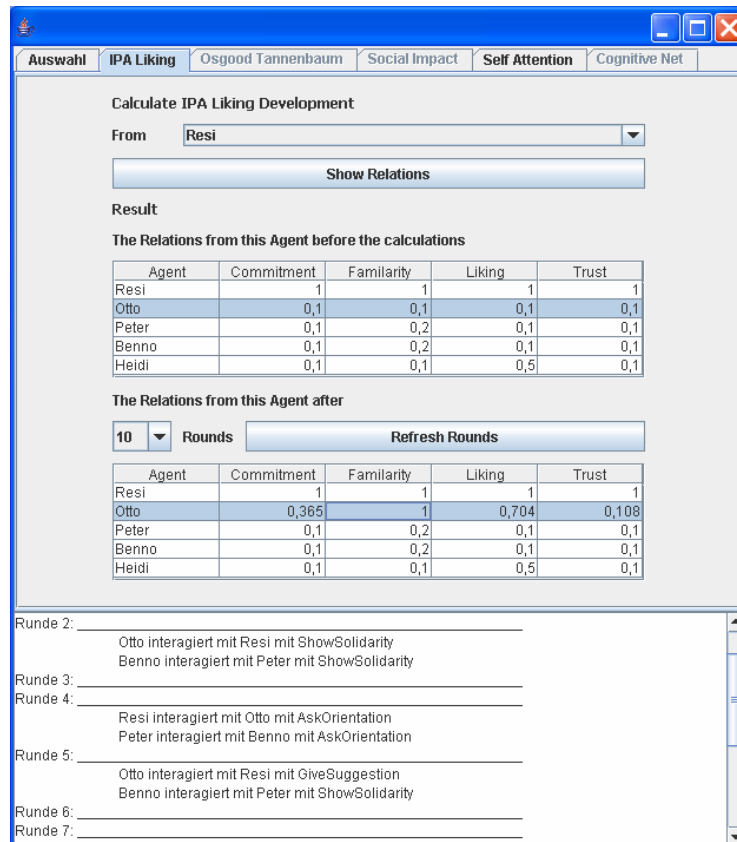


Abbildung 32: IPA Liking Tab mit persönlichen Beziehungen der Agentin Resi.

In Abbildung 32 sind die persönlichen Beziehungen der Agentin Resi dargestellt. Die untere Tabelle unterscheidet sich von der oberen nur in der Zeile, die den Agenten Otto betrifft. Da Resi in den betrachteten Runden nur mit ihm interagiert hat, kann sich auch nur diese Relation ändern (vgl. 10.1.2). Da positive Aktionen von Otto zu Resi gestartet wurden (siehe Runde 2), haben sich die Werte erhöht.

## 2. Osgood und Tannenbaum

Wird die Kongruitätstheorie von Osgood und Tannenbaum zugeschaltet, so werden die Likingwerte der persönlichen Beziehungen gemäß 10.2.2 aktualisiert. Diese werden auf dem „Osgood Tannenbaum“ Tab angezeigt.

Der gewünschte Agent kann wiederum vom Benutzer ausgewählt werden. Ausgegeben werden die Liking Werte vor der ersten und nach der letzten Runde. Der Verlauf kann allerdings, wie schon beim IPA Liking Development, beobachtet werden.

In Abbildung 33 sind beispielhaft die Beziehungen von Resi dargestellt. Die Werte zu Otto haben sich durch gemeinsame Kommunikation verändert. Auch die Werte zu Benno haben sich erhöht, obwohl keine direkte Interaktion mit diesem Agenten stattfand. Resi hat allerdings, durch physikalische Nähe, die Interaktionen von Benno zu Peter und umgekehrt mitbekommen (vgl. 10.2.2), z.B. Runde 7.

**Calculate Osgood Tannenbaum**

From: Resi

Show Relations

**Result**

**The Relations from this Agent before the calculations**

Agent	Liking
Resi	1
Otto	0,1
Peter	0,1
Benno	0,1
Heidi	0,5

**The Relations from this Agent after**

10 Rounds Refresh Rounds

Agent	Liking
Resi	1
Otto	0,167
Peter	0,1
Benno	0,167
Heidi	0,5

Runde 3: \_\_\_\_\_

Runde 4: \_\_\_\_\_

Resi interagiert mit Otto mit AskOrientation  
Peter interagiert mit Benno mit AskOrientation

Runde 5: \_\_\_\_\_

Otto interagiert mit Resi mit GiveSuggestion  
Benno interagiert mit Peter mit GiveOpinion

Runde 6: \_\_\_\_\_

Runde 7: \_\_\_\_\_

Resi interagiert mit Otto mit AskOrientation  
Peter interagiert mit Benno mit GiveOpinion

Runde 8: \_\_\_\_\_

Abbildung 33: Osgood Tannenbaum Tab mit Ausgabe der Interaktionen und den Beziehungen der Agentin Resi.

Zusätzlich wird bei Auswahl der Kongruitätstheorie der „Cognitive Net“ Tab aktiv. Das kognitive Netz bildet die Berechnungsgrundlagen für diese Theorie. Die darin gespeicherten subjektiven Annahmen der Agenten übereinander beeinflussen die Entwicklung der Liking Dimension.

Abbildung 34 zeigt das kognitive Netz der Agentin Resi vor der ersten und nach der letzten Runde. Wie schon bei der Entwicklung persönlicher Beziehungen kann sowohl der betrachtete Agent, sowie die Runde, vom Benutzer gewählt werden.

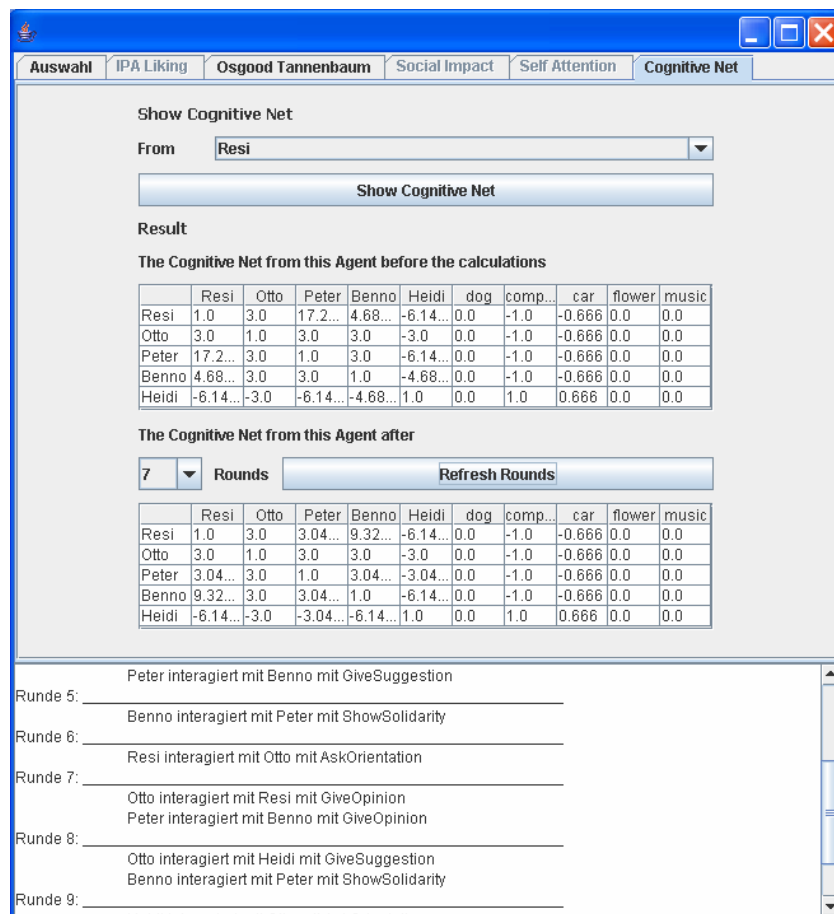


Abbildung 34: Cognitive Net Tab mit Interaktionen und kognitiven Netzen der Agentin Resi.

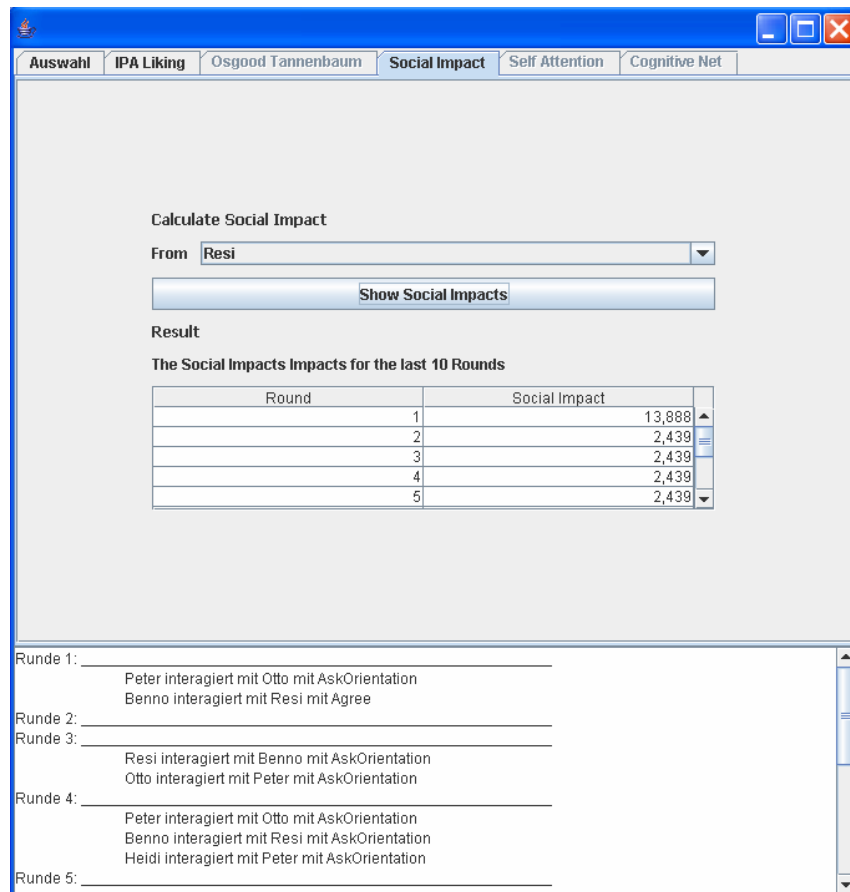


Abbildung 35: Social Impact Tab mit Interaktionen und sozialem Druck der Agentin Resi.

### 3. Social Impact

Wird die Theorie zum sozialen Druck mit einbezogen, so wird der Tab „Social Impact“ aktiv. Dieser zeigt den verspürten sozialen Druck eines Agenten zu jeder Runde.

In Abbildung 35 ist die Agentin Resi beispielhaft ausgewählt. Da sie hier zu Anfang keinen der anderen Agenten kennt, ist ihr verspürter sozialer Druck sehr hoch. Dieser ändert sich nur, wenn sich die persönlichen Beziehungen verbessern. Aus diesem Grund wurde zusätzlich die Liking Development Theorie zugeschaltet. Durch die häufige Interaktion sinkt der soziale Druck in späteren Runden ab.

### 4. Self Attention

Der Tab „Self Attention“ wird aktiv wenn eine der beiden Versionen zur Self Attention (vgl. 10.4) zugeschaltet wird. Er zeigt die Selbstaufmerksamkeit eines vom Benutzer gewählten Agenten zu jeder Runde an. Aus ihr resultiert der Drang nach Selbstregulation, also das Anpassen an Verhaltensstandards. Diese variieren in den beiden Versionen (vgl. 10.4) und liefern dementsprechend unterschiedliche Aktionsfolgen.

Abbildung 36 zeigt die Benutzeroberfläche wenn der Self Attention Tab angewählt ist. Die Agentin Resi dient wiederum als Beispiel. Wie schon beim Social Impact, wird die Selbstaufmerksamkeit im Laufe der Zeit verringert, da sich die persönlichen Beziehungen verändern.



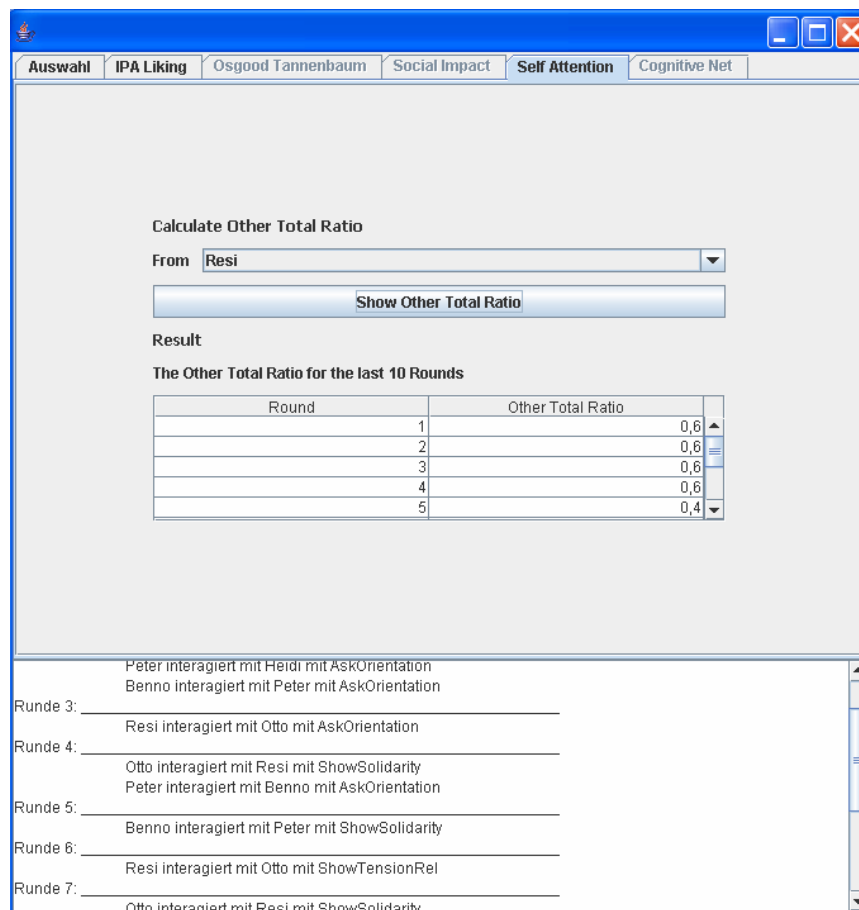


Abbildung 36: Self Attention Tab mit Interaktionen und OTR der Agentin Resi.

## 12. Beispiel

In diesem Kapitel wird für die beschriebene Oberfläche ein komplettes Beispiel mit dem Verhalten der beteiligten virtuellen Agenten dargestellt. Die resultierenden Interaktionen, sowie die in der GUI ausgegebenen Zusatzinformationen werden dafür genau erläutert.

Simuliert werden soll das Verhalten von sechs Agenten. Die fünf Standardagenten aus der XML Datei, sowie deren persönliche Beziehungen zueinander und ihre Assoziationen zu den Standardobjekten werden eingelesen.

Zu den Standardagenten gehören Resi, Benno, Peter, Otto und Heidi. Die Standardobjekte sind: Computer, Auto, Blume, Hund und Musik. Die in den XML Dateien definierten Beziehungen sind in Abbildung 37 und 38 dargestellt.

	Resi	Benno	Peter	Otto	Heidi
Resi	liking = 1 familiarity = 1 trust = 1 commitment = 1	liking = 0.9 familiarity = 0.9 trust = 0.8 commitment = 0.7	liking = 0.6 familiarity = 0.3 trust = 0.4 commitment = 0.3	liking = 0.8 familiarity = 0.6 trust = 0.6 commitment = 0.7	liking = 0.8 familiarity = 0.6 trust = 0.7 commitment = 0.8
Benno	liking = 0.8 familiarity = 0.8 trust = 0.8 commitment = 0.9	liking = 1 familiarity = 1 trust = 1 commitment = 1	liking = 0.6 familiarity = 0.4 trust = 0.8 commitment = 0.9	liking = 0.5 familiarity = 0.2 trust = 0.6 commitment = 0.3	liking = 0.6 familiarity = 0.6 trust = 0.8 commitment = 0.7
Peter	liking = 0.6 familiarity = 0.7 trust = 0.6 commitment = 0.6	liking = 0.7 familiarity = 0.5 trust = 0.6 commitment = 0.5	liking = 1 familiarity = 1 trust = 1 commitment = 1	liking = 0.7 familiarity = 0.6 trust = 0.7 commitment = 0.6	liking = 0.5 familiarity = 0.4 trust = 0.7 commitment = 0.7
Otto	liking = 0.6 familiarity = 0.6 trust = 0.7 commitment = 0.5	liking = 0.7 familiarity = 0.6 trust = 0.8 commitment = 0.8	liking = 0.5 familiarity = 0.6 trust = 0.7 commitment = 0.3	liking = 1 familiarity = 1 trust = 1 commitment = 1	liking = 0.7 familiarity = 0.9 trust = 0.8 commitment = 0.8
Heidi	liking = 0.6 familiarity = 0.6 trust = 0.8 commitment = 0.6	liking = 0.9 familiarity = 0.8 trust = 0.9 commitment = 0.9	liking = 0.7 familiarity = 0.9 trust = 0.8 commitment = 0.7	liking = 0.7 familiarity = 0.9 trust = 0.8 commitment = 0.7	liking = 1 familiarity = 1 trust = 1 commitment = 1

Abbildung 37: Persönliche Beziehungen der Standardagenten aus der XML Datei.

	Resi	Benno	Peter	Otto	Heidi
Auto	Einstellung = 0.2	Einstellung = 0.4	Einstellung = 0.9	Einstellung = 0.6	Einstellung = 0.5
Computer	Einstellung = 0.0	Einstellung = 0.5	Einstellung = 0.8	Einstellung = 0.2	Einstellung = 0.1
Blume	Einstellung = 0.9	Einstellung = 0.3	Einstellung = 0.2	Einstellung = 0.6	Einstellung = 0.9
Hund	Einstellung = 0.1	Einstellung = 0.3	Einstellung = 1.0	Einstellung = 0.7	Einstellung = 0.9
Musik	Einstellung = 0.8	Einstellung = 0.8	Einstellung = 0.5	Einstellung = 0.7	Einstellung = 0.8

Abbildung 38: Einstellungen der Standardagenten aus der XML Datei zu den Standardobjekten.

Über die Oberfläche wird nun ein neuer Agent, Clara, definiert. Ihre spezifizierten Attribute und Persönlichkeitsmerkmale können Abbildung 39 entnommen werden. Persönliche Beziehungen der neuen Agentin werden nicht definiert. In diesem Testlauf wird also das Verhalten einer Gruppe simuliert, in der sich fünf Agenten bereits untereinander kennen und auch positive Beziehungen zueinander haben, und ein neues Gruppenmitglied hinzukommt, das keinen der anderen kennt.

Claras Einstellungen zu den Objekten ist in allen Fällen neutral, da keine Einstellungen zu den Objekten vorhanden sind. Sind solche erwünscht, müssen sie

in der XML Datei spezifiziert werden. Es wird also simuliert, dass die neue Agentin die Objekte der Szene nicht kennt. Durch spätere Kommunikation mit den Standardagenten werden sich allerdings Meinungen bilden, bzw. anpassen.

Abbildung 39: Attribute und Persönlichkeitsmerkmale der neuen Agentin Clara.

Im ersten Testlauf wurde keine der Theorien ausgewählt, und nachstehende Folge von Interaktionen ausgegeben.

Runde 1:	Otto interagiert mit Peter mit GiveSuggestion Heidi interagiert mit Benno mit ShowSolidarity
Runde 2:	Resi interagiert mit <b>Clara</b> mit GiveSuggestion Peter interagiert mit Otto mit GiveOpinion
Runde 3:	Clara interagiert mit Resi mit AskOrientation Benno interagiert mit Heidi mit ShowSolidarity
Runde 4:	Otto interagiert mit Peter mit GiveOrientation Heidi interagiert mit Benno mit ShowSolidarity
Runde 5:	Resi interagiert mit <b>Clara</b> mit GiveOrientation Peter interagiert mit Otto mit GiveSuggestion
Runde 6:	Clara interagiert mit Resi mit AskOrientation Benno interagiert mit Heidi mit GiveOpinion
Runde 7:	Otto interagiert mit Peter mit GiveSuggestion Clara interagiert mit Benno mit AskOrientation
Runde 8:	Resi interagiert mit Heidi mit GiveOpinion Peter interagiert mit Otto mit GiveOpinion Benno interagiert mit <b>Clara</b> mit AskOrientation
Runde 9:	Heidi interagiert mit Resi mit ShowTensionRel
Runde 10:	Otto interagiert mit Peter mit GiveSuggestion Clara interagiert mit Benno mit AskOrientation

Die Standardagenten kommunizieren untereinander mit durchwegs positiven oder aufgabenorientierten Interaktionen, da sie alle positive Beziehungen untereinander haben.

Die neue Agentin Clara kommuniziert zuerst mit der Agentin Resi, da sie bei dieser zufällig die höchste Priorität setzt. Da sie keinen der anderen Agenten kennt, werden die persönlichen Beziehungen wie in 10.1.2 beschrieben, berechnet. Wird die „IPA Liking Development“ Theorie zugeschaltet, können diese auf dem entsprechenden Tab überprüft werden. Zusätzlich werden sich die persönlichen Beziehungen der neuen Agentin durch häufige Kommunikation mit den Standardagenten verbessern.

Abbildung 40 zeigt die persönlichen Beziehungen der Agentin Clara nach 30 Runden. In diesen 30 Runden wurde am häufigsten mit der Agentin Resi interagiert. Anfangs beschränkten sich die Aktionen auf aufgabenorientierte IPAs. Zu späteren Zeitpunkten wurden ebenfalls sozial-emotionale Interaktionen angewandt. Die erste „Show Solidarity“ Interaktion in Richtung der Agentin Clara fand in Runde 18 statt. Auch mit dem Agenten Benno wurde interagiert. Aus diesem Grund hat sich auch die Relation zu ihm verändert.

Calculate IPA Liking Development

From: Clara

Show Relations

Result

The Relations from this Agent before the calculations

Agent	Commitment	Familiarity	Liking	Trust
Resi	0,039	0,54	0	0,054
Otto	0,1	0	0,2	0
Peter	0,05	0	0,1	0,05
Clara	1	1	1	1
Benno	0,05	0	0,1	0,05

The Relations from this Agent after

10 Rounds Refresh Rounds

Agent	Commitment	Familiarity	Liking	Trust
Resi	0,155	1	0	0,18
Otto	0,1	0	0,2	0
Peter	0,05	0	0,1	0,05
Clara	1	1	1	1
Benno	0,039	0,54	0	0,05

Abbildung 40: Persönliche Beziehungen der Agentin Clara nach 30 Runden.

In einem weiteren Testlauf wurde die Kongruitätstheorie von Osgood und Tannenbaum zugeschaltet. Nun werden zusätzlich Interaktionen nahestehender Agenten beobachtet. Da sich die Standardagenten in ihren Meinungen zu den Objekten sehr unterscheiden sind auch hier Veränderungen in ihren persönlichen Beziehungen zu beobachten.

In Abbildung 41 werden die persönlichen Beziehungen des Agenten Benno betrachtet. Er tauscht in Runde 4 und 7 Meinungen mit dem Agenten Peter aus. Da sich diese allerdings unterscheiden, wird der Agent Peter entsprechend abgewertet. Es werden allerdings auch Meinungen zwischen Resi und Otto ausgetauscht. Da dies der Agent Benno mitbekommt, werden sowohl Resi als auch Otto aufgewertet. Auch die Show Solidarity Interaktion von Otto zu Resi aus Runde 8 wertet die Beziehung von Benno zu Otto auf, da Benno Resi sehr mag.

Dieses Aufwerten führt in Runde 10 zu einer positiven Interaktion von Benno zu Otto.

Folgenden Interaktionen wurden in den ersten 10 Runden bei Aktivierung der Theorie von Osgood und Tannenbaum ausgegeben:

Runde 1:	Resi interagiert mit Otto mit GiveSuggestion Peter interagiert mit <b>Benno</b> mit GiveSuggestion Clara interagiert mit Heidi mit Disagree
Runde 2:	Otto interagiert mit Resi mit GiveSuggestion <b>Benno</b> interagiert mit Peter mit GiveSuggestion Heidi interagiert mit Clara mit GiveOrientation
Runde 3:	
Runde 4:	Resi interagiert mit Otto mit GiveOpinion Peter interagiert mit <b>Benno</b> mit GiveOpinion Clara interagiert mit Heidi mit AskOrientation
Runde 5:	Otto interagiert mit Resi mit GiveSuggestion <b>Benno</b> interagiert mit Peter mit ShowSolidarity Heidi interagiert mit Clara mit GiveSuggestion
Runde 6:	
Runde 7:	Resi interagiert mit Otto mit GiveOpinion Peter interagiert mit <b>Benno</b> mit GiveOpinion Clara interagiert mit Heidi mit AskOrientation
Runde 8:	Otto interagiert mit Resi mit ShowSolidarity <b>Benno</b> interagiert mit Peter mit GiveOpinion Heidi interagiert mit Clara mit GiveOrientation
Runde 9:	Otto interagiert mit <b>Benno</b> mit GiveSuggestion
Runde 10:	Resi interagiert mit Peter mit GiveOpinion Clara interagiert mit Heidi mit AskOrientation <b>Benno</b> interagiert mit Otto mit ShowSolidarity

The screenshot shows a software window titled 'Calculate Osgood Tannenbaum'. It has tabs for 'Auswahl', 'IPA Liking', 'Osgood Tannenbaum', 'Social Impact', 'Self Attention', and 'Cognitive Net'. The 'Osgood Tannenbaum' tab is active. Below the tabs, there is a 'From' dropdown menu set to 'Benno' and a 'Show Relations' button. The 'Result' section contains two tables. The first table, 'The Relations from this Agent before the calculations', shows Benno's initial liking scores for other agents. The second table, 'The Relations from this Agent after', shows the updated liking scores after 10 rounds, with a 'Refresh Rounds' button next to it.

Agent	Liking
Resi	0,8
Otto	0,5
Peter	0,6
Clara	0
Benno	1

Agent	Liking
Resi	0,833
Otto	1
Peter	0,533
Clara	0,083
Benno	1

Abbildung 41: Relationen des Agenten Benno vor und nach den ersten 10 Runden.

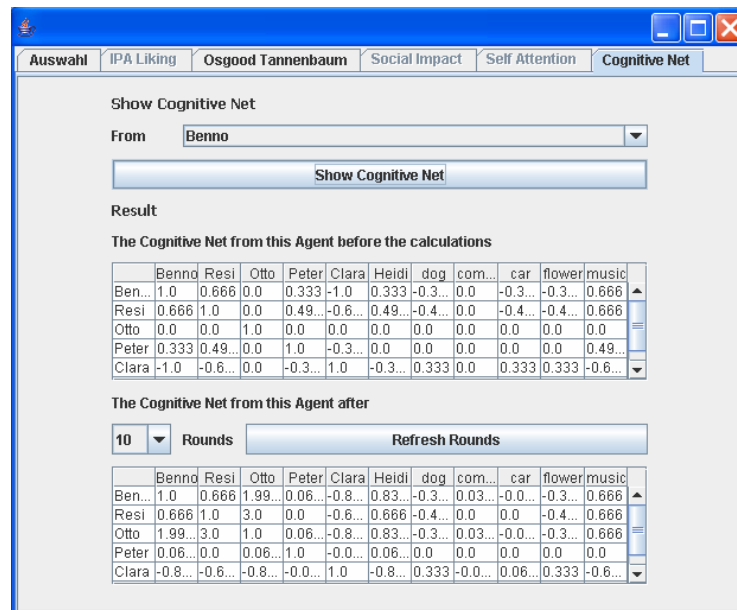


Abbildung 42: Kognitives Netz des Agenten Benno vor und nach 10 Runden.

Abbildung 42 zeigt das kognitive Netz des Agenten Benno vor und nach diesen 10 Runden. Ihm ist zu entnehmen, dass sich nicht nur die Beziehungen zu den Agenten, sondern auch die Einstellungen zu den Objekten verändern, die Gegenstand des Meinungsaustausches sind.

Da die neue Agentin Clara in diesen Runden nicht besonders aktiv war, ändert sich in ihren Beziehungen nicht viel. Aus diesem Grund wurden weitere 10 Runden gestartet. Darin führte der Agenten Benno eine negative Aktion in Richtung Clara aus. Dies führt zu einer Abwertung in ihrer Relation zu ihm.

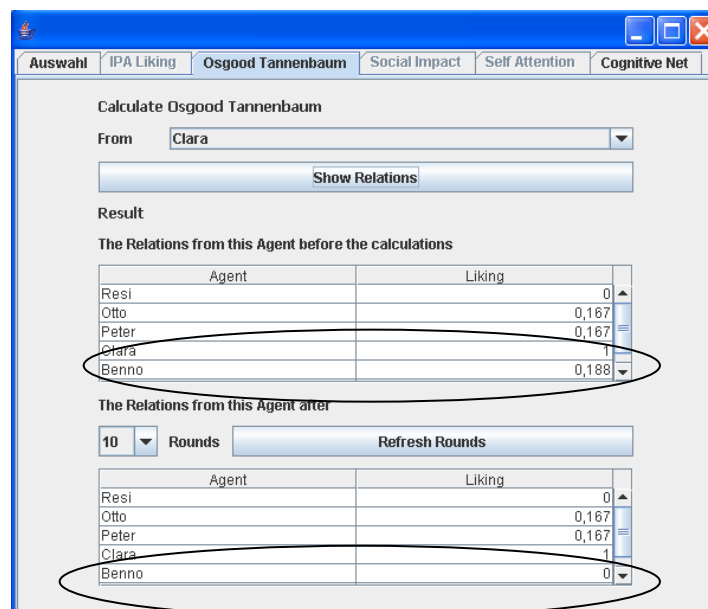


Abbildung 43: Relationen der Agentin Clara nach 10 und nach 20 Runden.

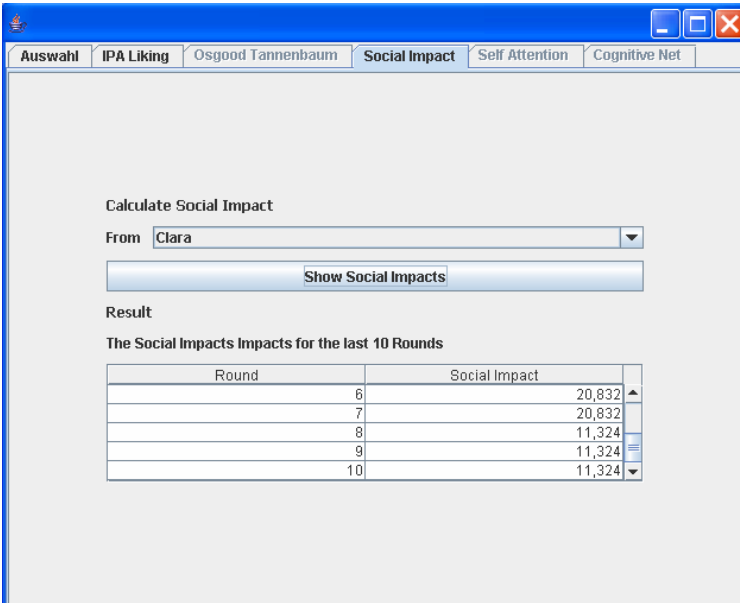
Für die nächsten 10 Runden wurde die Social Impact Theorie benutzt. Da sich die Standardagenten untereinander kennen und positive Beziehungen zueinander

haben, verspüren sie nur einen geringen sozialen Druck. Dieser ist für alle Standardagenten in allen Runden 0.

Die neue Agentin Clara hat allerdings keine sehr positiven persönlichen Beziehungen zu den anderen beteiligten Agenten. Aus diesem Grund werden diese der Kategorie „andere Subgruppe“ zugeordnet. Dementsprechend ist der soziale Druck, der von ihr verspürt wird sehr hoch. Er liegt in allen 10 Runden bei 20.83. Dies führt zu gesteigertem Kommunikationsbedarf und dem Zeigen dieses Drucks durch Ausführung des IPAs Show Tension.

Wird zusätzlich die IPA Liking Development Theorie zugeschaltet, verbessern sich Claras persönliche Beziehungen wie oben beschrieben. Durch diese Veränderungen verringert sich auch der von ihr verspürte soziale Druck.

Da die Agentin jedoch keine guten Beziehungen hat, sind auch die Wahrscheinlichkeiten für positive Interaktionen gering. Aus diesem Grund zeigt sich die erste Verringerung des sozialen Drucks erst nach 198 Runden (vgl. Abbildung 44). Durch sehr häufige Interaktion mit dem Agenten Otto, wird dieser in die eigene Subgruppe übernommen. Dadurch verringert sich der von Clara verspürte soziale Druck. Da die fremde Subgruppe allerdings immer noch größer ist als die eigene, ist er immer noch hoch.



The screenshot shows a software window titled 'Social Impact' with several tabs: 'Auswahl', 'IPA Liking', 'Osgood Tannenbaum', 'Social Impact' (selected), 'Self Attention', and 'Cognitive Net'. Inside the window, there is a section 'Calculate Social Impact' with a 'From' dropdown menu set to 'Clara' and a 'Show Social Impacts' button. Below this, a 'Result' section displays 'The Social Impacts Impacts for the last 10 Rounds' in a table.

Round	Social Impact
6	20,832
7	20,832
8	11,324
9	11,324
10	11,324

Abbildung 44: Verspürter sozialer Druck der Agentin Clara nach 190 Runden.

Eine schnellere Veränderung des sozialen Drucks zeigt sich beim Zuschalten der Kongruitätstheorie. Durch die Mitteilung von Meinungen und das Beobachten anderer Agenten zeigen sich stärkere Veränderungen in den persönlichen Beziehungen. Der soziale Druck verändert sich also nicht nur bei der neuen Agentin, sondern auch bei den Standardagenten, da diese die Gruppierungen ebenfalls neu setzen. Erhält die Agentin Resi, die Blumen sehr gerne mag, beispielsweise die Information, dass Benno diese überhaupt nicht mag, so wird sich ihre Beziehung zu ihm verschlechtern. Wird Benno so weit abgewertet, dass der Liking Wert der persönlichen Relation unter 0,5 sinkt, so wird er ab sofort in die andere Subgruppe mit einberechnet.

Wird die Self Attention Theorie eingesetzt, so wird der „Other Total Ratio“ der einzelnen Agenten berechnet. Wie schon beim sozialen Druck, werden alle beteiligten Agenten in eine eigene und eine fremde Subgruppe unterteilt. Die Standardagenten verspüren also eine geringe Selbstaufmerksamkeit (für alle Runden gleich 0). Die neue Agentin Clara empfindet dementsprechend eine sehr hohe Selbstaufmerksamkeit und somit einen starken Drang zur Selbstregulation.

Im vereinfachten Teil der Self Attention Theorie äußert sich dieser in verstärktem Starten von positiven sozial emotionalen IPAs. Im Testlauf zu dieser Theorie zeigte die Agentin Clara in den ersten 10 Runden zwei positive sozial emotionale Interaktionen, von insgesamt vier ausgeführten. Bei den anderen beiden handelte es sich um aufgabenorientierte IPAs.

Dies ist konsistent mit vorangegangenen Tests zu dieser Theorie mit der Agentin Clara. Darin traten nur Interaktionen der aufgabenorientierten oder der positiven sozial emotionalen Kategorien auf. Es zeigte sich folgende Verteilung:

positive sozial emotionale IPAs	aufgabenorientierte IPAs
3	1
2	1
2	2
3	1
3	0
2	2
2	1
2	2
2	1
3	1

Diese Testläufe zeigen ein verstärktes Auftreten von positiven sozial emotionalen IPAs. In den beschriebenen 10 Tests zeigte die Agentin Clara bei 2/3 ihrer Aktionen positive Emotionen. Dies sind wesentlich mehr als beim Deaktivieren dieser Theorie. Wurde lediglich die IPA Theorie verwendet, so zeigte sie bei den positiven sozial emotionalen Interaktionen nur eine Rate von 3%. Dabei wandte die Agentin verstärkt aufgabenorientierte IPAs (87%) und einige negative Interaktionen (10%) an.

Durch Zuschalten der IPA Liking Development Theorie ändern sich wie schon beim sozialen Druck die Aufteilungen in Subgruppen. Die neue Agentin Clara lernt die anderen Agenten durch Kommunikation besser kennen. Da sie durch den verspürten Drang nach Selbstregulation nun jedoch vermehrt positive Interaktionen startet, werden diese auch mit höherer Wahrscheinlichkeit erwidert. Dies führt zu einer wesentlich schnelleren Verbesserung der persönlichen Beziehungen.

In einem weiteren Testlauf, in dem die Self Attention simple und die IPA Liking Theorie aktiviert waren, führte die Agentin Clara 3 positive Interaktionen aus, von insgesamt fünf. Da die Agentin Heidi mit einer positiven Reaktion antwortete, verringerte sich die Selbstaufmerksamkeit der Agentin Clara bereits nach der 6ten Runde (vgl. Abbildung 45). Diese ist allerdings immer noch relativ hoch, da sich nach wie vor mehrere Agenten in der fremden Subgruppe befinden.



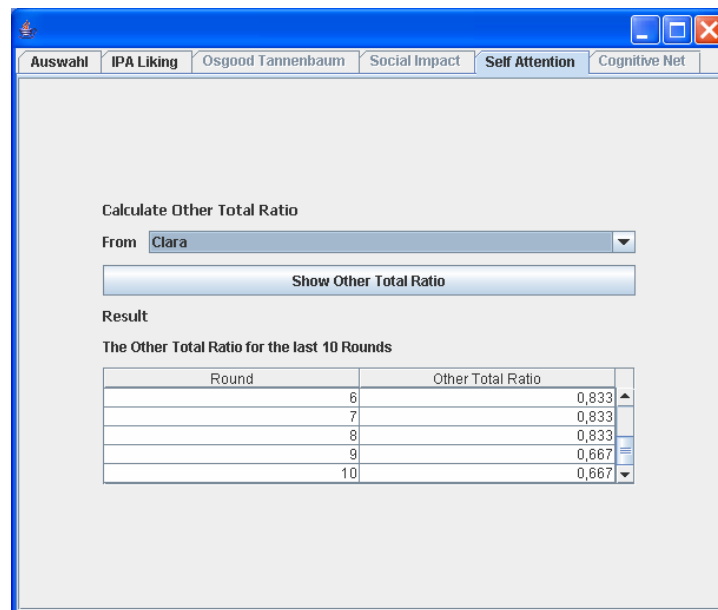


Abbildung 45: Other Total Ratio der Agentin Clara in den ersten 10 Runden.

In weiteren Testläufen zu diesen beiden Theorien und der Agentin Clara zeigten sich ähnliche Ergebnisse. In zehn Testläufen wurden nur positive sozial emotionale IPAs oder diejenigen der aufgabenorientierten Kategorie ausgewählt. Folgende Verteilung ergab sich:

positive sozial emotionale IPAs	aufgabenorientierte IPAs
3	1
3	0
3	0
4	0
3	0
4	0
2	2
2	1
1	2
2	1

Positive sozial emotionale IPAs treten hier mit einer Wahrscheinlichkeit von 78% auf. Diese ist im Vergleich zu ihrem Auftreten von 3% bei deaktivieren dieser Theorien sehr hoch.

Wird der komplexere Teil der Self Attention Theorie zugeschaltet, sind die Änderungen wesentlich subtiler. Der Other-Total-Ratio wird wie oben berechnet und ist für die Agentin Clara anfangs sehr hoch.

Der Drang nach Selbstregulation äußert sich nun jedoch durch Erhöhen der reaktiven Energien. Die Interaktionen hängen also verstärkt von den Aktionen anderer Agenten ab. Da die Standardagenten allerdings keine guten persönlichen Beziehungen zu der Agentin Clara haben, werden sie selten positive Aktionen in ihre Richtung starten.

Eine Veränderung des Other-Total-Ratios zeigte sich hier erst nach 146 Runden.

## 13. Anbindung an das Biergartensystem

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Tool zur Steuerung des Verhaltens virtueller Agenten ist anwendungsunabhängig und kann über seine eigene GUI vom Benutzer verwendet werden.

Eine Anbindung an verschiedene Systeme über eine einfache Schnittstelle ist jedoch ein von Anfang an angestrebtes Feature. So kann das Verhalten der Agenten in verschiedenen Szenarien von unserem Tool gesteuert werden.

In diesem Kapitel wird es beispielhaft an das Biergartensystem der Universität Augsburg angebunden. Dieses liefert die grafische Repräsentation für die virtuellen Agenten und die Szene in der sie sich bewegen. Das vorgestellte System zur Verhaltenssteuerung errechnet die Interaktionsfolgen, die vom anderen System dargestellt werden. Umgekehrt erhält die Verhaltensplanungskomponente Werte, wie Distanz oder Orientierung vom grafischen Teil des entstehenden Gesamtsystems. Durch diese einfache Schnittstelle kann unser System auch an viele weitere Systeme angebunden werden.

In Rehm, André und Nischt (2005) wird ein spielähnliches Multiagentensystem vorgestellt, in dem sich virtuelle Agenten frei durch ein Biergartenszenario bewegen. Dabei wird der Benutzer in die Szene integriert. Er kann durch seine Bewegungen und seine Positionierung mit den Agenten kommunizieren und durch seine Nähe Interesse zeigen. Dabei werden die Rollen von Distanz und Orientierung untersucht.

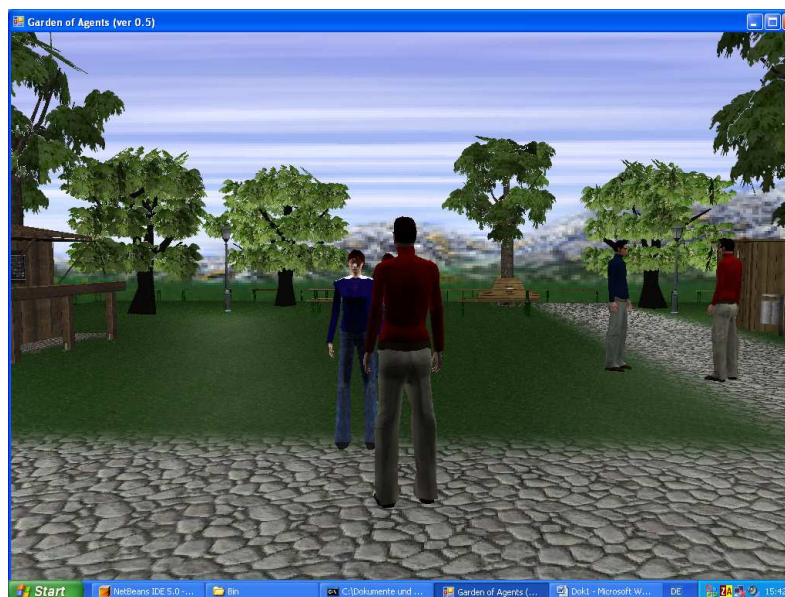


Abbildung 46: Screenshot des Biergartens mit vier interagierenden Agenten.

Das System stellt ein soziales Szenario in dem die Profile der Agenten, sowie ihre Anfangspositionen definiert sind. Dabei ist ihr soziales Verhalten durch ihre Navigation, sowie Positionierung und Gesten repräsentiert.

Für jeden IPA sind verschiedene Gesten und Positionen definiert. Um die Interaktionstypen der IPAs abstrakt darzustellen, werden Icons verwendet, die in Sprechblasen über den Agenten erscheinen. Abbildung 46 zeigt vier Agenten im Biergartenszenario.

Das zugrunde liegende Grafiksystem basiert auf Managed Direct X und rendert die Szene und die darin enthaltenen Agenten. Außerdem wurde ein Pfandfindungsalgorithmus implementiert, der den Agenten das Ansteuern bestimmter Plätze erlaubt.

In einer Benutzerstudie wurden mehrere Testpersonen nacheinander in die Szene integriert. Diese können über eine Tanzmatte frei durch das Szenario navigieren. Durch die Wahl der Tanzmatte (im Vergleich zu einer Tastatur) ist der volle Körpereinsatz des Benutzers gewährleistet. Dieser wurde aufgefordert sich einer der dargestellten Gruppen von Agenten anzuschließen. Diese Gruppen unterschieden sich nur durch deren Positionierung. Dabei wurden sowohl die gewählten Abstände als auch die Wahl der Gruppe untersucht. Die Ergebnisse zeigen eindeutig, dass das aufgezeichnete Verhalten der Testpersonen mit den zugrundeliegenden sozialen Theorien zur Nähe und Positionierung konsistent ist.

Eine Anbindung des Tools zur Verhaltenssteuerung erfolgt über eine Socketverbindung. Dabei stellt das Tool den Server und das Agentensystem den Client dar. Dies hat den Vorteil der Unabhängigkeit von der Implementierungssprache. Das in diesem Kapitel beschriebene Biergartensystem ist beispielsweise in C# implementiert, das Tool zur Verhaltenssteuerung in Java. Durch die Socketverbindung wurde eine einfache Schnittstelle entworfen, die diese beiden Komponenten trotz ihrer unterschiedlichen Entwicklungssprachen problemlos miteinander verbindet.

Das Verhaltenssteuerungssystem stellt den Server dar und muss als erstes gestartet werden. Es sendet in jeder Runde die errechneten Informationen zum Verhalten der Agenten. Der Biergarten dient als Client, der die erhaltenen Informationen grafisch darstellt. Dieser sendet am Ende jeder Runde die neuen Informationen über die aktuellen Distanzen der beteiligten Agenten an den Server zurück.

Dabei wurde die Schnittstelle bewusst einfach gehalten. Der Server stellt dem Multiagentensystem einen String zur Verfügung, der für jedes interagierende Agentenpaar folgende Informationen enthält: Sender, Empfänger, IPA; Hier könnte beispielsweise der String „Resi, Otto, AskForOpinion; Benno, Heidi, ShowSolidarity;“ gesendet werden, der aussagt, dass in der betrachteten Runde die Agentin Resi und der Agent Benno aktiv handeln. Auf Grund dieser Informationen steuern die Agenten sich gegenseitig an, und führen die geforderten Aktionen durch Gesten und / oder Icons aus.

In einem Testszenario wurden die Standardagenten aus dem Beispiel aus Kapitel 12 geladen. Für diese Agenten (Resi, Benno, Peter, Otto und Heidi) werden für jede Runde die Interaktionen berechnet. Dabei wurden die IPA Liking Theorie und die Self Attention Simple Theorie zugeschaltet.

Abbildung 47 zeigt den Agenten Benno, der eine Show Solidarity Aktion in Richtung des Agenten Otto ausführt. Diese Interaktion wurde von dem Verhaltensmodul ausgewählt, da sich die Agenten gut kennen. Das dargestellte Icon (erhobener Daumen und lachendes Gesicht in der Sprechblase), sowie die Geste „Handkuss“ zeigen die positive Einstellung des Agenten Benno.



Abbildung 47: Show Solidarity Aktion des Agenten Benno zum Agenten Otto.

Abbildung 48 zeigt eine Interaktion der Agentin Resi mit dem Agenten Peter. Sie stellt einen aufgabenorientierten IPA dar. Die Agentin Resi verwendet den IPA Give Opinion. Das gewählte Thema (Auto) wird in der Sprechblase mit dem passenden Icon visualisiert. Die jeweilige Einstellung zum Objekt wird durch das Zeichen neben ihm ausgedrückt. Der Hacken bedeutet, dass die Agentin Resi Autos gegenüber eine positive Einstellung besitzt.



Abbildung 48: Give Opinion Interaktion mit dem Gesprächsinhalt Auto der Agentin Resi.

Der Benutzer kann über die tooleigene Oberfläche weiterhin bestimmen, welche der implementierten sozial psychologischen Theorien angewandt werden soll. Außerdem kann er auf den jeweilig aktiven Tabs die Entwicklung der persönlichen Beziehungen oder den darüber errechneten Annahmen oder den verspürten sozialen Druck bzw. den Other Total Ratio beobachten. Dabei kann er alle zehn Runden die anzuwendenden Theorien über die Oberfläche neu bestimmen.

# Teil 3: Zusammenfassung, Ausblick

## 14. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein anwendungsunabhängiges Tool entwickelt, das das Verhalten virtueller Agenten in Gruppen simuliert.

In der Sozialpsychologie sind viele Theorien bekannt, die das Verhalten einzelner Individuen in Gruppen, sowie das der Gruppe als Ganzes beschreiben. Nach Goethals, 1987 können diese in drei Gruppen unterteilt werden:

- Die erste Gruppe betont das soziale Wissen. Dieses beinhaltet die Meinung des Individuums über andere Gruppenmitglieder, oder fremde Gruppen.
- Die zweite Gruppe beschäftigt sich mit der Selbstbestätigung. Die Theorien dieser Gruppe beziehen sich auf das Individuum und dessen Einstellungen zu sich selbst. Diese kann sich verändern durch Vergleiche mit anderen Gruppenmitgliedern, oder anderen Gruppen.
- Die dritte Gruppe beschäftigt sich mit dem sozialen Einfluss. Diese Theorien beschreiben die Antworten des Individuums auf sozialen Druck, der von anderen ausgeübt wird. Diese Gruppe ist die aufschlussreichste, da mit ihr unmittelbare Reaktionen der Individuen erklärt werden.

Aus jeder dieser Gruppen wurde mindestens eine Theorie eingebunden. Aus der ersten Gruppe die IPA Theorie, aus der zweiten die Kongruitätstheorie und aus der dritten Gruppe die Social Impact sowie die Self Attention Theorie.

Für die Simulation wurden die Agenten mit statistischen Daten, (wie z.B. Alter, sozialer Status, Familienstand) sowie Persönlichkeit ausgestattet. Die fünf Dimensionen der Persönlichkeit (Extraversion, Agreeableness, Conscientiousness, Emotional Stability, Intelligence) gehen auf das BIG FIVE Modell zurück.

Persönliche Relationen zwischen den Agenten werden durch folgende Variablen definiert:

- Liking: Dieser Wert beschreibt die emotionale Attraktivität zu einem anderen Individuum.
- Familiarity: Hier wird die Vertrautheit definiert. Sie überschneidet sich nicht mit dem Liking Wert, da Individuen durch häufige Kommunikation miteinander vertraut sein können, ohne Zuneigung zu empfinden.
- Trust: Diese Variable beschreibt das Vertrauen. Die Definitionen hierfür sind in der Psychologie sehr weitläufig. Oft wird die Zuverlässigkeit des Anderen zur Beschreibung herangezogen.
- Commitment: Dieser Wert definiert das Engagement das aufgebracht wird, um die Beziehung aufrecht zu erhalten.

Die Relationen werden in Matrixform gespeichert. Die Namen der Agenten werden als Zeilen und Spaltenbeschriftungen verwendet.

Fehlt eine Relation, so werden die Attributwerte geeignet berechnet. Dabei spielen die statistischen Daten der betrachteten Agenten eine Rolle.

Die möglichen Interaktionen sind in einem Set von Standardkategorien definiert. Diese sind voll inklusiv, d.h. jede mögliche Interaktion zwischen Individuen kann genau einer Kategorie zugeordnet werden.

Folgende Interaktionen sind möglich:

- positive Reaktionen (Show Solidarity, Show Tension Release, Agree)
- negative Reaktionen (Show Tension, Show Antagonism, Disagree)
- Fragen (Ask for Suggestion, Ask for Opinion, Ask for Orientation)
- Antworten (Give Suggestion, Give Opinion, Give Orientation)

Bei der Auswahl der passenden IPA Kategorie sind zwei Dimensionen von Bedeutung:

- die proaktive Energie und
- die reaktive Energie.

Die proaktive Energie steht in Verbindung mit dem Individuum und dessen innerer Motivation zu interagieren. Diese basiert auf dessen persönlichen Eigenschaften. Die darin enthaltene Interaktionsrate, die einen Standardwert für jeden IPA und jeden Agenten enthält, ist sowohl von der Persönlichkeit des Agenten, sowie der persönlichen Beziehung zu dem anderen Agenten abhängig.

Die reaktive Energie beschreibt den Teil der Motivation des betrachteten Agenten, der aus vorangegangenen Interaktionen berechnet wird. So wird, z.B. nach einer Frage, die reaktive Energie für eine entsprechende Antwort steigen usw. Sie kann auch negative Werte enthalten, d.h. nach einer ausgeführten Interaktion werden bestimmte Folgeaktionen geblockt.

Gerade im Kontext des Gruppenverhaltens spielen die Entwicklungen der persönlichen Beziehungen eine große Rolle. Individuen treffen aufeinander und können intime Beziehungen zueinander entwickeln, oder aber sie entfernen sich voneinander und vermeiden gar den Kontakt. Die persönliche Beziehung beeinflusst also die Handlungen.

Analog beeinflusst auch jede ausgeführte Interaktion die persönliche Beziehung. Werden beispielsweise viele negative Interaktionen von einem Agenten ausgeführt, so führt dies zu einer negativeren Einstellung auf Seiten des Empfängers. Umgekehrt führen positive Interaktionen zu einer Festigung der Beziehung.

Die vier Dimensionen der persönlichen Beziehung werden nach jeder erfolgreichen Interaktion aktualisiert. Die Vertrautheit z.B. muss bei jeder ausgeführten Interaktion steigen, da häufige Kommunikation mit dem gleichen Partner zwangsläufig zu einem besseren „kennen“ führt, egal ob diese positiv oder negativ sind.

Weitere Veränderungen der persönlichen Relationen können durch ein Ungleichgewicht im subjektiven Empfinden eines Individuums hervorgerufen werden.

Dabei wird eine inkonsistente Struktur immer in eine weniger inkonsistente oder sogar in eine konsistente Struktur überführt. Entsteht eine kognitive Disharmonie, beispielsweise durch eine positive Meinung eines bisher als negativ wahrgenommenen Objekts, so wird diese auszugleichen versucht, z.B. durch Aufwertung dieses Objekts. Somit können Einstellungsänderungen durch Kommunikation der beteiligten Agenten hervorgerufen werden.

Hierfür wurde ein kognitives System für jeden Agenten implementiert. Dieses stellt die subjektive Gruppenstruktur dar, d.h. es drückt die subjektiven Bewertungen der Relationen des betrachteten Agenten zu allen anderen Individuen bzw. Objekten aus.

Hier müssen alle stattgefundenen Interaktionen betrachtet werden. Im Gegensatz zur Theorie zur Entwicklung persönlicher Beziehungen können hier auch fremde Kommunikationsschritte, also solche in denen der betrachtete Agent weder Sender noch Empfänger ist, zu einer Änderung der persönlichen Beziehungen führen.

Bemerkt ein Agent beispielsweise eine negative sozial emotionale Interaktion von einem als positiv gespeicherten Agenten zu einem anderen als positiv erachteten Agenten, so wird dies eine unbalancierte Struktur in seinem kognitiven System hervorrufen. Diese wird wie oben beschrieben auszugleichen versucht.

Die Social Impact Theorie sagt aus, dass Individuen durch die Präsenz anderer beeinflusst werden. Dies kann sowohl im positiven (z.B. durch die Liebe anderer), als auch im negativen Sinn (Angst oder Ablehnung) auftreten. Dabei ist der gefühlte Druck von der Stärke des Stimulus abhängig.

Der soziale Druck, der von einem Individuum verspürt wird, ist von der Stärke, der Bedeutung und der Anzahl anwesender Personen abhängig.

Steigt die Stärke  $S$ , die Nähe  $I$  oder die Anzahl  $N$  der Personen, so sollte auch der soziale Einfluss ansteigen.

Eine anderer Aspekt des Social Impacts ist die Verteilung der Auswirkungen. Um so stärker, emotional näherstehend und zahlreicher die Mitglieder auf Seiten des betrachteten Individuums sind, um so mehr absorbieren sie von dem sozialen Einfluss der Quelle.

Wird diese Theorie dem vorgestellten Tool zugeschaltet, so wird der soziale Druck für jeden Agenten berechnet. Abhängig von seiner Höhe wird der Drang zur Kommunikation erhöht.

Die Self Attention Theorie hat drei Voraussetzungen:

- selbstbezogene Aufmerksamkeit
- einen bedeutenden Verhaltensstandard und
- ausreichend gute Erwartungen an das Ergebnis

Selbstaufmerksamkeit resultiert aus dem Prozess, wenn man selbst in den Fokus der eigenen Aufmerksamkeit gerät, oder sich seiner selbst bewusst wird. Dies kann mittels des Other-Total-Ratio berechnet werden. Dieser beschreibt die Anzahl der



Personen der fremden Subgruppe, geteilt durch die Anzahl der Leute der fremden Subgruppe, plus die Anzahl der Personen in der eigenen Subgruppe.

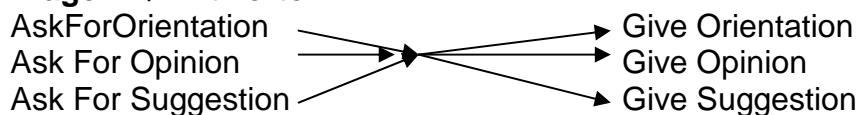
Der Other Total Ratio wird in jeder Runde für jeden Agenten berechnet. Dazu werden die Distanzen zu allen anderen sich in der Szene befindenden Agenten benötigt.

In Abhängigkeit zur Höhe des Other-Total-Ratios verstärkt sich der Drang zur Selbstregulation. Ein Anpassen an Verhaltensstandards kann beobachtet werden. Diese beschreiben angemessenes Verhalten. Es wurden zwei Varianten implementiert.

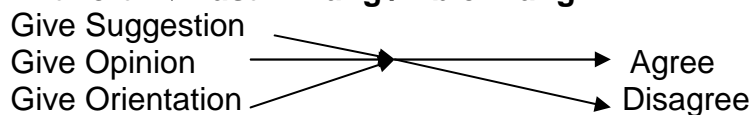
In einer einfachen Version werden in Verbindung mit der IPA Theorie sozial emotionale Interaktionen der positiven Kategorie als Standards angesehen. Allgemein wird in der Öffentlichkeit erwartet freundlich zu sein und nicht durch extremes Benehmen aufzufallen. Je höher der Other-Total-Ratio hier steigt, um so mehr positive Aktionen werden vom betrachteten Agenten gestartet.

Eine komplexere Version sieht bestimmte Reaktionen als Verhaltensstandards an. Darin steigt in Abhängigkeit vom Other-Total-Ratio die reaktive Energie für bestimmte Aktionen. Die Energien für folgende Reaktionen werden bei vorangegangenen Interaktionen erhöht:

**I. Fragen → Antworten**



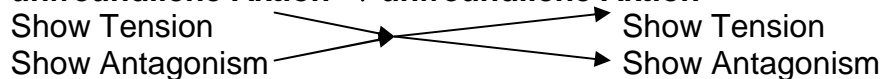
**II. Antwort → Zustimmung / Ablehnung**



**III. freundliche Aktion → freundliche Aktion**



**IV. unfreundliche Aktion → unfreundliche Aktion**



Die Verhaltensplanung ist durch die Ausgabe von Interaktionsfolgen realisiert. Es wird jedoch nicht einfach die Interaktion mit dem höchsten Wert gestartet, da nicht jeder der anderen Agenten als möglicher Interaktionspartner in Fragen kommt. Dabei muss folgendes beachtet werden:

- Befindet sich der Agent noch in keiner Konversation, so besteht die Möglichkeit eine neue zu starten,
- dabei dürfen sich mögliche Interaktionspartner auch nicht in einer anderen Kommunikation befinden.



- Selbst wenn sich der gewünscht Partner in keiner Kommunikation befindet, muss getestet werden, ob er gerade eine startet, d.h. einen anderen Agenten anspricht.
- Analog muss herausgefunden werden, ob ein fremder Agent zuvor eine Interaktion in Richtung des betrachteten Agenten gestartet hat, d.h. ob er schon von jemand anders angesprochen wird.
- Befindet sich der Agent bereits in einer Konversation, so darf er nur dann eine Interaktion starten, wenn er „an der Reihe“ ist. Hat er bereits in der letzten Runde mit diesem Partner interagiert, so muss er diese Runde warten und die Reaktion seines Gesprächspartners abwarten, falls diese gestartet wird.

Über die graphische Benutzeroberfläche wird die berechnete Folge von Interaktionen ausgegeben. Dabei kann der Benutzer beliebig viele Runden mit den selben Agenten starten.

Je nach zugeschalteten Theorien werden weitere Tabs aktiv. Darin werden zusätzliche Informationen zu den Beziehungen, den kognitiven Annahmen, dem sozialen Druck oder dem Other-Total-Ratio angezeigt.

## 15. Ausblick

Für die Zukunft ist, für das in dieser Arbeit vorgestellte Tool zur Verhaltenssteuerung virtueller Agenten, eine Evaluation geplant. Dafür sind mehrere Vorgehensweisen denkbar.

Als erstes wird eine statistische Evaluation durchgeführt, d.h. die ausgegebenen Interaktionen werden ausgewertet. Dabei wird sich herausstellen, welche Aktionen beim Zuschalten der verschiedenen Theorien und deren Kombinationen am häufigsten auftreten. Signifikante Unterschiede müssen dabei herausgearbeitet werden.

Dafür sollen unterschiedliche Konstellationen der Agenten getestet werden. In Kapitel 12 wurde bereits ein Beispiel mit einer Gruppe befreundeter Agenten und einer neuen Agentin, die keine persönlichen Beziehungen zu den anderen besitzt vorgestellt. Durch Zufügen weiterer Agenten bzw. neuer Gruppen können unterschiedliche Szenarien simuliert werden. Diese sollen im Weiteren in Bezug auf die Interaktionsfolgen geprüft werden. Eine objektive Bewertung, im Sinne welche Aktion von welchem Agenten wie häufig ausgeführt wird, ist geplant.

Diese müssen dann mit den Vorhersagen der jeweilig betrachteten sozialpsychologischen Theorie verglichen werden, d.h. diese Auswertung wird ergeben, ob das Verhalten der Agenten mit den Aussagen der theoretischen Grundlagen konsistent ist.

Danach wird eine Benutzerstudie durchgeführt werden. Diese ist auf zwei Arten angedacht. In einer ersten Evaluation sollen Benutzer subjektiv die unterschiedlichen Theorien und deren Kombinationen bewerten.

Ein Testlauf mit einer Gruppe von Agenten wird verschiedene Abläufe ausgeben, mit den jeweilig beinhalteten Interaktionen. Der Benutzer kann diese anhand eines Fragebogens beurteilen. Dabei sind vor allem die Natürlichkeit der Aktionen der

beteiligten Agenten von Bedeutung. Es wird sich zeigen, welche Theorie bzw. Kombination das Verhalten der virtuellen Agenten am glaubwürdigsten simuliert.

Auch die Entwicklung der persönlichen Beziehungen kann über diesen Fragebogen ausgewertet werden. So kann beispielsweise durch Beobachtungen der Interaktionen herausgefunden werden, ob der Benutzer die Beziehungen der Agenten untereinander richtig einschätzt. Dazu muss natürlich der Tab der Benutzeroberfläche, der die jeweiligen Beziehungen darstellt, deaktiviert werden.

Eine weitere Benutzerstudie wird die Testperson aktiv einbinden. Dabei sind zwei Versionen geplant:

1. Evaluation mit Tool-eigener Oberfläche
2. Evaluation mit dem Biergartensystem

Wird die Oberfläche zur Evaluation verwendet, so wird eine rein kognitiv-rationale Bewertung durch den Benutzer stattfinden. Dieser kann über die Oberfläche mit den beteiligten Agenten kommunizieren. Da diese Methode rein textbasiert ist, wird die Testperson keine Emotionen oder Erfahrungen zur Beurteilung mit einbeziehen.

Wie allen anderen Agenten stehen ihm zur Kommunikation die verschiedenen Interaktionstypen der IPA Theorie zur Verfügung. Durch seine Interaktionen kann einerseits beurteilt werden, wie sich Menschen in den jeweiligen Szenarien verhalten, andererseits auch durch Ausfüllen eines Fragebogens die Beziehungen bewertet werden. Dabei soll der Benutzer beurteilen, wie die virtuellen Agenten zueinander stehen und wie er selbst diese einschätzt.

Zuvor muss der Benutzer einen Persönlichkeitstest ausfüllen. Dieser erlaubt seine Einordnung in das Big Five Persönlichkeitsmodell, das auch die Persönlichkeiten der Agenten beschreibt.

Ob sich bei der Beurteilung eine Bevorzugung bestimmter Agenten herausstellt, soll untersucht werden. Es wäre beispielsweise möglich, dass Agenten mit hohen Werten in der Agreeableness Dimension ihrer Persönlichkeit als sympathischer empfunden werden. Dabei kann auch direkt die Präferenz des Benutzers auf Grund seiner eigenen Persönlichkeit untersucht werden.

Die zweite Variante integriert den Benutzer auch körperlich in die Interaktion. Über eine Tanzmatte kann er entscheiden, wo er sich positioniert und mit welchem Agenten er interagieren möchte. Die Aktionen des Benutzers können dazu über eine Fernsteuerung ausgeführt werden. Eine Auswahl wird über den Bildschirm bzw. die Leinwand eingeblendet, in der die Testperson frei aus den Interaktionen der IPA Theorie auswählen kann. Ausgewertet werden sollen wiederum die Häufigkeiten der einzelnen Interaktionen und die jeweiligen Kommunikationspartner. Auch die Einschätzung der Agenten, sowie deren Beziehungen untereinander sollen erfragt werden. Bei dieser Art der Evaluation wird der Benutzer nicht mehr rein kognitiv-rationale entscheiden, sondern basierend auf der eigenen Präsenz in diesem Mixed-Reality Szenario.

Die beiden Versionen der Evaluation können dann miteinander verglichen werden. Es wird sich zeigen, ob sich die Testpersonen den Agenten der Oberfläche gegenüber genauso verhalten, wie gegenüber den virtuellen Agenten des Biergartensystems.

Eine weitere Anbindung an das System „Virtuelles Augsburg“ der Universität Augsburg ist geplant. Darin wird der Rathausplatz und ein Teil der Innenstadt visualisiert. In dem Szenario befinden sich viele Agenten (über hundert). Dazu müssen die kognitiven Netze, wie sie in Schmitt (2005) vorgestellt wurden, verändert werden. Da für jeden beteiligten Agenten ein solches Netz aufgebaut werden muss, und dieses eine Einschätzung der Beziehungen jedes Agenten zu jedem anderen beinhaltet, wäre dies vom Speicheraufwand zu groß. Eine Einschränkung auf die bekannten Agenten ist geplant. Ist beispielsweise Agent 52 nur mit den Agenten 17 und 103 bekannt, so genügt es, nur diese in sein kognitives Netz mit einzubeziehen. Dementsprechend werden nur Annahmen über diese Agenten getroffen.

Wie bereits in 8.1 beschrieben können die Objektattribute beliebig erweitert werden. In André und Rist (2000) wird beispielsweise ein Szenario vorgestellt, in dem zwei Agenten auf der Grundlage ihrer Persönlichkeit über Attribute eines Autos debattieren. In einem solchen Szenario sind genauere Spezifikationen der Objekte notwendig. Das System generiert unterschiedliche Verkaufsdialoge für ein und das selbe Produkt. Diese sind abhängig von den Persönlichkeiten der beteiligten Agenten und deren Einstellungen zu dem Produkt. Dabei sind mehrere Attribute von Bedeutung. Soll ein Auto verkauft werden, so müssen unterschiedliche Aspekte betrachtet werden (Sportlichkeit, Prestigeträchtigkeit, Komfort, Umweltfreundlichkeit, Kosten). Zu jedem dieser Attribute muss eine Einstellung gespeichert werden. Die kognitiven Einschätzungen werden sich hier nicht mehr auf das Objekt als Ganzes, sondern auf dessen Attribute beziehen.

Neben der Anbindung an weitere Systeme ist auch die Erweiterung um andere sozialpsychologische Theorien denkbar. In dem vorgestellten Tool wurden bereits vier Theorien umgesetzt. Es können jedoch weitere zugefügt werden, falls diese sinnvoll und umsetzbar sind.

Auch eine Erweiterung der Kommunikation ist geplant. Bislang beschränkt sich die IPA Theorie auf Interaktionen zwischen zwei Partnern. Möglich wäre allerdings auch die Kommunikation zwischen drei oder mehreren Gruppenmitgliedern. Die ausgeführten Aktionen sollen also nicht mehr nur einen Sender bzw. Empfänger haben, sondern von einer Subgruppe an eine andere gerichtet werden. Welcher der empfangenden Agenten, wie auf eine Aktion reagieren soll, muss noch geklärt werden.

Zur Zeit wird über IPAs kommuniziert. Der Vorteil liegt darin, dass die Kommunikation unabhängig vom jeweiligen Thema ist. Dies ist allerdings sehr abstrakt. Denkbar wäre eine Verwendung der IPA-Kategorien als Grundlage von Dialogschritten, die dann auch tatsächlich verbalisiert werden. So könnten, abhängig von der Anwendung Sätze für alle IPAs festgelegt werden, welche abwechselnd, je nach auszuführendem IPA generiert werden. Dies stellt eine natürlichere Art der Kommunikation dar.

# Literaturverzeichnis

1. E. André und T. Rist. Presenting Through Performing : On the Use of Multiple Lifelike Characters in Knowledge-Based Presentation Systems. In: *Proceedings of the Second International Conference on Intelligent User Interfaces*, (INI 2000), pages: 1-8, 2000.
2. K. Backhaus. Persönlichkeit als Forschungsgegenstand der Psychologie. *Eine Einführung in das Big Five-Persönlichkeitsmodell*. Onlinedokument, 2004. Verfügbar unter <http://www.psyreon.de/content/e479/480/Publikationen/persoennlichkeit.pdf> [Datum des Zugriffs: 16.02.006]
3. R. F. Bales. *Interaction Process Analysis*. Chicago University Press, Chicago, 1951.
4. Roy F. Baumeister and Debra G. Hutton. Self-Presentation Theory: Self-Construction and Audience Pleasing. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 71-88. Springer, New York, Berlin, 1987.
5. Dr. Lorenz Fischer und Dr. Günter Wiswede, *Grundlagen der Sozialpsychologie*, 2. Auflage, Oldenbourg, München, 2002.
6. George R. Goethals. Theories of Group Behavior: Commentary. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 209-230. Springer, New York, Berlin, 1987.
7. Russel G. Geen and Brad J. Bushman. Drive Theory: Effekts of Socially Engendered Arousal. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 89-110. Springer, New York, Berlin, 1987.
8. George R. Goethals and John M. Darley. Social Comparison Theory: Self-Evaluation and Group Life. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 21-48. Springer, New York, Berlin, 1987.
9. A. Guye-Vuillème. *Simulation of Nonverbal Social Interaction and small groups Dynamics in virtual Environments*, Ph.D. Thesis, Lausanne, 2004.
10. Edward T. Hall. *The Hidden Dimension*. Doubleday, 1966.
11. Jeffrey M. Jackson. Social Impact Theory: A Social Forces Model of Influence. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 111-124. Springer, New York, Berlin, 1987.
12. J. M. Jackson and B. Latané. All alone in front of those people: Stagefright as a function of number and type of coperformers and audience. *Journal of Personality and Social Psychologie*, (40):72-85, 1981.
13. B. Latané. The psychology of social impact. *American Psychologist*, (36): 343-356, 1981.
14. Marvin Minsky. *The Society of Mind*, Touchstone, New York, London, Toronto, Sydney, Tokyo, Singapore, 1988
15. Brian Mullen. Self-Attention Theory: The Effekts of Group Composition on the Individual. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 125-146. Springer, New York, Berlin, 1987.
16. C. E. Osgood and P. H. Tannenbaum. The Principle of Congruity in the Precondition of Attitude Change. *Psychological Review*, (62): 42-55, 1955.
17. Rui Prada and Ana Paiva. *Belivable Groups of Synthetic Characters*, AAMAS: 37-43, 2005.

18. John B. Prior and Thomas M. Ostrom. Social Cognition Theory of Group Process. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 147-184. Springer, New York, Berlin, 1987.
19. David V. Pynadath, Stacy C. Marsella and Stephen J. Read. PsychSim: Agent-based modeling of social interactions and influence. In *Proceedings of the International Conference on Cognitive Modeling*, pages 243-248, 2004.
20. Matthias Rehm, Elisabeth André, Michael Nischt. *Let's Come Together – Social Navigation Behaviors of Virtual and Real Humans*, INTETAIN 2005, Mark Maybury et al., 122-131, Springer, Berlin, Heidelberg, 2005.
21. Gerald N. Sande and Mark P. Zanna. Cognitive Dissonance Theory: Collective Actions and Individual Reactions. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 49-70. Springer, New York, Berlin, 1987.
22. Markus Schmitt. *Dynamische Modellierung interpersoneller Beziehungen zwischen virtuellen Charakteren*, Dissertation (Dr.-Ing.), Saarbrücken, 2005.
23. Daniel M. Wegner. Transactive Memory: A Contemporary Analysis of the Group Mind. In Brian Mullen and George R. Goethals, editors, *Theories of Group Behavior*, pages 185-208. Springer, New York, Berlin, 1987.